

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2002年 9月20日

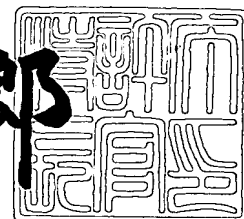
出願番号  
Application Number: 特願2002-276216  
[ST. 10/C]: [JP2002-276216]

出願人  
Applicant(s): 株式会社半導体エネルギー研究所

2003年 7月 8日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3053756

【書類名】 特許願

【整理番号】 P006613

【提出日】 平成14年 9月20日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

    【氏名】 山崎 舜平

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

    【氏名】 桑原 秀明

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

    【氏名】 村上 雅一

【特許出願人】

    【識別番号】 000153878

    【氏名又は名称】 株式会社半導体エネルギー研究所

    【代表者】 山崎 舜平

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 002543

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

**【書類名】 明細書****【発明の名称】 製造装置および発光装置の作製方法****【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ロード室、該ロード室に連結された搬送室、及び該搬送室に連結された複数の成膜室と、該成膜室に連結された設置室を有する製造装置であって、

前記複数の成膜室は、前記成膜室内を真空にする真空排気処理室と連結され、マスクと基板の位置あわせを行うアライメント手段と、基板保持手段と、矩形である複数の蒸着源ホルダと、前記蒸着源ホルダをそれぞれ移動させる手段と、

前記蒸着源ホルダには長手方向に配置された蒸着材料が封入された容器と、前記容器を加熱する手段と、

前記設置室は、前記設置室内を真空にする真空排気処理室と連結され、前記設置室には容器を加熱する手段と、前記成膜室内の前記蒸着源ホルダに前記容器を搬送する手段とを有することを特徴とする製造装置。

**【請求項 2】**

請求項 1 において、前記基板保持手段は、マスクを挟んで、端子部となる領域、切断領域、または基板端部と重なることを特徴とする蒸着装置。

**【請求項 3】**

請求項 1 または請求項 2 において、前記基板保持手段と前記マスクは接着または溶着されていることを特徴とする製造装置。

**【請求項 4】**

請求項 1 乃至 3 のいずれか一において、前記蒸着源ホルダを移動させる手段は前記蒸着源ホルダをあるピッチで X 軸方向に移動させ、且つ、あるピッチで Y 軸方向に移動させる機構を有していることを特徴とする製造装置。

**【請求項 5】**

請求項 1 乃至 4 のいずれか一において、矩形である蒸着源ホルダには等間隔で複数の容器が配置されていることを特徴とする製造装置。

**【請求項 6】**

ロード室、該ロード室に連結された搬送室、及び該搬送室に連結された複数の

成膜室と、該成膜室に連結された設置室を有する製造装置であって、

前記複数の成膜室は、前記成膜室内を真空にする真空排気処理室と連結され、マスクと基板の位置あわせを行うアライメント手段と、矩形である蒸着源ホルダと、前記蒸着源ホルダを移動させる手段と、

前記蒸着源ホルダには長手方向に配置された蒸着材料が封入された容器と、前記容器を加熱する手段と、を有し、

前記移動させる手段は、基板の一辺に対して長手方向を斜めにした矩形の蒸着ホルダを基板のX方向またはY方向に移動させることを特徴とする製造装置。

#### 【請求項 7】

ロード室、該ロード室に連結された搬送室、及び該搬送室に連結された複数の成膜室と、該成膜室に連結された設置室を有する製造装置であって、

前記複数の成膜室は、前記成膜室内を真空にする真空排気処理室と連結され、マスクと基板の位置あわせを行うアライメント手段と、矩形である蒸着源ホルダと、前記蒸着源ホルダを移動させる手段と、

前記蒸着源ホルダには長手方向に配置された蒸着材料が封入された容器と、前記容器を加熱する手段と、を有し、

前記矩形の蒸着ホルダの移動する方向に対して基板の一辺が斜めになるよう設置させることを特徴とする製造装置。

#### 【請求項 8】

TFTが設けられた基板に対向して配置した蒸着源から有機化合物を含む材料を蒸着させて、前記基板上に設けられた第1の電極上に有機化合物を含む膜を形成し、該有機化合物を含む膜上に第2の電極を形成する発光装置の作製方法であって、

絶縁表面を有する基板上に半導体膜を形成する工程と、

前記半導体膜にレーザー光を走査して照射する工程と、

前記半導体膜を活性層とするTFTを形成する工程と、

前記TFTに接続する第1の電極を形成する工程と、

前記レーザー光の走査方向とは異なる方向に矩形の蒸着源ホルダを移動させて前記第1の電極上に有機化合物を含む膜を形成する工程と、

該有機化合物を含む膜上に第2の電極を形成する工程とを有することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項9】

TFTおよび第1の電極が設けられた基板に対向して配置した蒸着源から有機化合物を含む材料を蒸着させて、前記第1の電極上に有機化合物を含む膜を形成し、該有機化合物を含む膜上に第2の電極を形成する発光装置の作製方法であって、

絶縁表面を有する基板上に半導体膜を形成する工程と、

前記半導体膜にレーザー光を走査して照射する工程と、

前記半導体膜を活性層とするTFTを形成する工程と、

前記TFTに接続する第1の電極を形成する工程と、

前記レーザー光の走査方向に対して垂直な方向とは異なる方向に矩形の蒸着源ホルダを移動させて前記第1の電極上に有機化合物を含む膜を形成する工程と、

該有機化合物を含む膜上に第2の電極を形成する工程とを有することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項10】

請求項8または請求項9において、前記レーザー光は、連続発振またはパルス発振のYAGレーザー、YVO<sub>4</sub>レーザー、YLFレーザー、YAlO<sub>3</sub>レーザー、ガラスレーザー、ルビーレーザー、アレキサンドライドレーザー、Ti:サファイアレーザーから選ばれた一種または複数種からのレーザー光であることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項11】

請求項8または請求項9において、前記レーザー光は連続発振またはパルス発振のエキシマレーザー、Arレーザー、Krレーザーから選ばれた一種または複数種からのレーザー光であることを特徴とする発光装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は蒸着により成膜可能な材料（以下、蒸着材料という）の成膜に用いら

れる成膜装置を備えた製造装置および該製造装置を用いた有機化合物を含む層を発光層とする発光装置、およびその作製方法に関する。特に、基板に対向して設けられた複数の蒸着源から蒸着材料を蒸発させて成膜を行う膜の作製方法（蒸着方法）、及び製造装置に関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

近年、自発光型の発光素子としてEL素子を有した発光装置の研究が活発化している。この発光装置は有機ELディスプレイ、又は有機発光ダイオードとも呼ばれている。これらの発光装置は、動画表示に適した速い応答速度、低電圧、低消費電力駆動などの特徴を有しているため、新世代の携帯電話や携帯情報端末（PDA）をはじめ、次世代ディスプレイとして大きく注目されている。

#### 【0003】

有機化合物を含む層を発光層とするEL素子は、有機化合物を含む層（以下、EL層と記す）が陽極と、陰極との間に挟まれた構造を有し、陽極と陰極とに電場を加えることにより、EL層からルミネッセンス（Electro Luminescence）が発光する。またEL素子からの発光は、一重項励起状態から基底状態に戻る際の発光（蛍光）と三重項励起状態から基底状態に戻る際の発光（リン光）とがある。

#### 【0004】

上記のEL層はコダック・イーストマン・カンパニーのTangらが提案した「正孔輸送層／発光層／電子輸送層」に代表される積層構造を有している。また、EL層を形成するEL材料は低分子系（モノマー系）材料と高分子系（ポリマー系）材料に大別され、低分子系材料は、蒸着装置を用いて成膜される。

#### 【0005】

従来の蒸着装置は基板ホルダに基板を設置し、EL材料、つまり蒸着材料を封入したルツボと、昇華するEL材料の上昇を防止するシャッターと、ルツボ内のEL材料を加熱するヒータとを有している。そして、ヒータにより加熱されたEL材料が昇華し、回転する基板に成膜される。このとき、均一に成膜を行うために、基板とルツボとの間の距離は1m以上離す必要がある。

**【 0 0 0 6 】**

従来の蒸着装置や蒸着方法では、蒸着により E L 層を形成する場合、昇華した E L 材料の殆どが蒸着装置の成膜室内の内壁、シャッターまたは防着シールド（蒸着材料が成膜室内の内壁に付着することを防ぐための保護板）に付着してしまった。そのため、E L 層の成膜時において、高価な E L 材料の利用効率が約 1 % 以下と極めて低く、発光装置の製造コストは非常に高価なものとなっていた。

**【 0 0 0 7 】**

また従来の蒸着装置は、均一な膜を得るため、基板と蒸着源との間隔を 1 m 以上離す必要があった。そのため、蒸着装置自体が大型化し、蒸着装置の各成膜室の排気に要する時間も長時間となるため成膜速度が遅くなり、スループットが低下しまった。また、大面積基板になると、基板の中央部と周縁部とで膜厚が不均一になりやすい問題が生じる。さらに、蒸着装置は基板を回転させる構造であるため、大面積基板を目的とする蒸着装置には限界があった。

**【 0 0 0 8 】**

これらの点から本出願人は、蒸着装置（特許文献 1、特許文献 2）を提案している。

**【 0 0 0 9 】****【特許文献 1】**

特開 2 0 0 1 - 2 4 7 9 5 9 号公報

**【特許文献 2】**

特開 2 0 0 2 - 6 0 9 2 6 号公報

**【 0 0 1 0 】****【発明が解決しようとする課題】**

本発明は、E L 材料の利用効率を高めることによって製造コストを削減し、且つ、E L 層成膜の均一性やスループットの優れた製造装置の一つである蒸着装置及び蒸着方法を提供するものである。また本発明の蒸着装置及び蒸着方法により作製される発光装置およびその作製方法を提供するものである。

**【 0 0 1 1 】**

また本発明は、例えば、基板サイズが、3 2 0 mm × 4 0 0 mm、3 7 0 mm

×470mm、550mm×650mm、600mm×720mm、680mm×880mm、1000mm×1200mm、1100mm×1250mm、1150mm×1300mmのような大面積基板に対して、効率よくEL材料を蒸着する製造装置を提供するものである。また、本発明は、大面積基板に対しても基板全面において均一な膜厚が得られる蒸着装置を提供するものである。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明は、基板と蒸着源とが相対的に移動することを特徴とする蒸着装置を提供するものである。すなわち本発明は、蒸着室内において、蒸着材料が封入された容器を設置した蒸着源ホルダが、基板に対してあるピッチで移動することを特徴とする。本明細書では、移動する蒸着ホルダを備えた蒸着装置を有する製造装置をムービングセルクラスタ方式と呼ぶ。

#### 【0013】

本発明において、一つの蒸着ホルダの上面形状は矩形形状であり、その長手方向にルツボを4個以上、好ましくは6個や8個、並べて設置可能とする。なお、矩形形状とは長細い長方形、細長い楕円形もしくは線状を含む。蒸着ホルダの長手方向の長さは、用いる基板サイズに合わせて適宜、300mm～1300mmの範囲で設計し、等間隔でルツボを配置すればよい。なお、蒸着ホルダの長手方向の長さが基板の一辺よりも短い場合は、数回の走査を繰り返して成膜すればよい。また、同じ経路で蒸着ホルダを繰り返し移動させることにより同一の薄膜を数回積層しても構わない。

#### 【0014】

また、蒸着源ホルダに備えられる有機化合物は必ずしも一つまたは一種である必要はなく、複数であってもよい。

#### 【0015】

また、蒸着源ホルダに発光性の有機化合物として備えられている一種類の材料の他に、ドーパントとなりうる別の有機化合物（ドーパント材料）を一緒に備えておいても良い。蒸着させる有機化合物層として、ホスト材料と、ホスト材料よりも励起エネルギーが低い発光材料（ドーパント材料）とで構成し、ドーパント



の励起エネルギーが、正孔輸送性領域の励起エネルギーおよび電子輸送層の励起エネルギーよりも低くなるように設計することが好ましい。このことにより、ドーパントの分子励起子の拡散を防ぎ、効果的にドーパントを発光させることができる。また、ドーパントがキャリアトラップ型の材料であれば、キャリアの再結合効率も高めることができる。また、三重項励起エネルギーを発光に変換できる材料をドーパントとして混合領域に添加した場合も本発明に含めることとする。

#### 【0016】

また、異なる材料を複数のルツボに分けて充填し、同時に蒸着を行うことによって、積層構造を有するEL層において各膜との界面に蒸着材料が混合された領域（混合領域）を形成することができる。また、混合領域の形成においては、混合領域に濃度勾配をもたせてもよい。

#### 【0017】

さらに、一つの蒸着源ホルダに備えられる有機化合物の種類を複数とする場合、互いの有機化合物が混ざりあうように蒸発する方向を被蒸着物の位置で交差するように斜めにすることが望ましい。傾き調節ネジで容器（ルツボ）を傾けることによって蒸着方向を適宜設定すればよい。

#### 【0018】

また、蒸着源ホルダは、水平を保ったまま、成膜室内をX方向またはY方向に移動可能な機構（代表的には2軸ステージ）が設けられている。ここでは蒸着源ホルダを二次元平面で蒸着源ホルダをX方向またはY方向に移動させる。また、蒸着源ホルダの移動ピッチもマスクの開口サイズに適宜、合わせればよい。また、膜厚モニタも蒸着ホルダと一体化されて移動する。また、膜厚モニタで測定された値に従って蒸着源ホルダの移動速度も調節することで膜厚を均一にする。なお、蒸着ホルダの長手方向と、蒸着ホルダの移動方向は、 $90^\circ$ を成す。

#### 【0019】

また、本発明の蒸着装置においては、蒸着の際、基板と蒸着源ホルダとの間隔距離dを代表的には30cm以下、好ましくは20cm以下、さらに好ましくは5cm～15cmに狭め、蒸着材料の利用効率及びスループットを格段に向上させている。

## 【0020】

また、図4（A）に示すように基板と蒸着源ホルダとの間隔距離  $d$  を代表的には 30 cm 以下に狭めるため、蒸着マスクも加熱される恐れがある。従って、蒸着マスクは、熱によって変形されにくい低熱膨張率を有する金属材料（例えば、タングステン、タンタル、クロム、ニッケルもしくはモリブデンといった高融点金属もしくはこれらの元素を含む合金、ステンレス、インコネル、ハステロイといった材料）を用いることが望ましい。例えば、ニッケル 42%、鉄 58% の低熱膨張合金などが挙げられる。また、加熱される蒸着マスクを冷却するため、蒸着マスクに冷却媒体（冷却水、冷却ガス）を循環させる機構を備えてもよい。本発明は、蒸着源ホルダが移動するため、その移動速度が速ければ、蒸着マスクはほとんど加熱されず、熱によるマスクの変形が引き起こす成膜不良なども抑えることができる。

## 【0021】

また、大面積基板を用い、多面取り（1枚の基板から複数のパネルを形成する）を行う際、スクライブラインとなる部分が接するように基板を支える基板保持手段を設ける。即ち、基板保持手段の上にマスクと基板とを載せ、基板保持手段の下方に設けられた蒸着源ホルダから蒸着材料を昇華させて基板保持手段で接していない領域、且つ、マスクに覆われていない領域に蒸着を行う。こうすることによって、自重によるマスクのたわみ及び大面積基板のたわみを 1 mm 以下に抑えることができる。また、マスクやチャンバー内壁をクリーニングする場合には、上記基板保持手段を導電材料で形成し、基板保持手段に接続された高周波電源によってプラズマを発生させてマスクやチャンバー内壁に付着した蒸着材料を除去すればよい。

## 【0022】

また、マスクに付着した蒸着物をクリーニングするため、図4（A）に示すようにプラズマ発生手段により、成膜室内にプラズマを発生させ、マスクに付着した蒸着物を気化させて成膜室外に排気することが好ましい。従って、成膜室は Ar、H、F、 $\text{NF}_3$ 、または O から選ばれた一種または複数種のガスを導入するガス導入手段と、気化させた蒸着物を排気する手段とを備えている。また、マス

クに別途電極を設け、いずれか一方に高周波電源が接続されている。以上により、マスクは導電性材料で形成されることが好ましい。また、上記構成により、メンテナンス時に成膜室内を大気にふれることなくクリーニングすることが可能となる。また、成膜室には、マスクのみを簡便にプラズマクリーニングする手段と、チャンバー全体を強力にプラズマクリーニングする手段とを両方備えておくことが好ましい。

### 【0023】

また、上記蒸着装置において、蒸着源ホルダは、図9にその一例を示すが、容器（代表的にはルツボ）801と、容器の外側に均熱部材を介して配設されたヒータと、このヒータの外側に設けられた断熱層と、これらを収納した外筒（外枠802）と、外筒の外側（または内側）に旋回された冷却パイプ（冷却水810を流す管）と、ルツボの開口部を含む外筒の開口部を開閉する蒸着シャッターと、膜厚センサーから構成されている。また、容器801と外枠802との間に隙間が空かないようにシリコーン樹脂803を充填してもよい。また、容器801内部にフィルターを設けることによって、ある一定（フィルターの目）以上の大きさを有する昇華された材料は、容器内に設けられたフィルター305を通過することができず、容器内へ戻り、再度昇華される。このようなフィルターを設ける構成の容器により、大きさの揃った蒸着材料が蒸着するため、成膜速度の制御や、均一な膜厚を得ることができ、均一でむらのない蒸着を行うことができる。もちろん、均一でむらのない蒸着が可能な場合は、必ずしもフィルターを設ける必要はない。なお、容器の形状は図9に限定されるものではない。また、容器とは、耐熱性金属（Tiなど）、BNの焼結体、BNとAlNの複合焼結体、石英、またはグラファイトなどの材料で形成された、高温、高圧、減圧に耐えうるものとなっている。

### 【0024】

また、一つの成膜室には、複数の蒸着源ホルダを設けてもよく、本明細書で開示する発明の構成は、

ロード室、該ロード室に連結された搬送室、及び該搬送室に連結された複数の成膜室と、該成膜室に連結された設置室を有する製造装置であって、

前記複数の成膜室は、前記成膜室内を真空にする真空排気処理室と連結され、マスクと基板の位置あわせを行うアライメント手段と、基板保持手段と、矩形である複数の蒸着源ホルダと、前記蒸着源ホルダをそれぞれ移動させる手段と、

前記蒸着源ホルダには長手方向に配置された蒸着材料が封入された容器と、前記容器を加熱する手段と、

前記設置室は、前記設置室内を真空にする真空排気処理室と連結され、前記設置室には容器を加熱する手段と、前記成膜室内の前記蒸着源ホルダに前記容器を搬送する手段とを有することを特徴とする製造装置である。

#### 【0025】

また、上記構成において、前記基板保持手段は、マスクを挟んで、端子部となる領域、切断領域、または基板端部と重なることを特徴としている。

#### 【0026】

また、上記構成において、前記基板保持手段と前記マスクは接着または溶着されていることを特徴としている。

#### 【0027】

また、上記構成において、前記蒸着源ホルダを移動させる手段は前記蒸着源ホルダをあるピッチでX軸方向に移動させ、且つ、あるピッチでY軸方向に移動させる機構を有していることを特徴とする製造装置。

#### 【0028】

また、上記構成において、矩形である蒸着源ホルダには等間隔で複数の容器が配置されていることを特徴としている。

#### 【0029】

また、複数の容器を並べるのではなく、蒸着ホルダの矩形形状に合わせて容器自体を細長い形状としてもよい。

#### 【0030】

図1では1列に並べた例(1×7)を示しているが例えば、2列に複数のルツボを並べてもよい。なお、複数の蒸着源ホルダが移動を開始するタイミングは、前の蒸着源ホルダが停止した後でもよいし、停止する前であってもよい。例えば、蒸着ホルダAにホール輸送性を有する有機材料をセットし、蒸着ホルダBに発

光層となる有機材料をセットし、蒸着ホルダCに電子輸送性を有する有機材料をセットし、蒸着ホルダDに陰極バッファとなる材料をセットすれば、同一チャンバー内でこれらの材料層を連続的に積層することができ、生産性を向上することができる。また、蒸着された膜が固化する前に、次の蒸着源ホルダの移動を開始する場合、積層構造を有するE層において、各膜との界面に蒸着材料が混合された領域（混合領域）を形成することができる。

#### 【0031】

また、基板と蒸着源ホルダとが相対的に移動することにより、基板と蒸着源ホルダとの距離を長く設ける必要なく装置の小型化を達成できる。また、蒸着装置が小型となるため、昇華した蒸着材料が成膜室内の内壁、または防着シールドへ付着することが低減され、蒸着材料を無駄なく利用することができる。さらに本発明の蒸着方法において、基板を回転させる必要がないため、大面積基板に対応可能な蒸着装置を提供することができる。また、蒸着源ホルダが基板に対してX軸方向及びY軸方向に移動することにより、蒸着膜を均一に成膜することが可能となる。また、蒸着源ホルダが移動するため、蒸着マスクがほとんど加熱されず、熱によるマスクの変形が引き起こす成膜不良なども抑えることができる。

#### 【0032】

また、図5に示すように、矩形の蒸着ホルダの長手方向を基板の端面（即ち、X方向またはY方向）に斜めにしたまま、X方向またはY方向に移動させてもよく、他の発明の構成は、

ロード室、該ロード室に連結された搬送室、及び該搬送室に連結された複数の成膜室と、該成膜室に連結された設置室を有する製造装置であって、

前記複数の成膜室は、前記成膜室内を真空にする真空排気処理室と連結され、マスクと基板の位置あわせを行うアライメント手段と、矩形である蒸着源ホルダと、前記蒸着源ホルダを移動させる手段と、

前記蒸着源ホルダには長手方向に配置された蒸着材料が封入された容器と、前記容器を加熱する手段と、を有し、

前記移動させる手段は、基板の一辺に対して長手方向を斜めにした矩形の蒸着ホルダを基板のX方向またはY方向に移動させることを特徴とする製造装置である

。

### 【0033】

なお、上記構成において、蒸着ホルダの長手方向と、蒸着ホルダの移動方向は、ある角度  $Z$  ( $0^\circ < Z < 90^\circ$ ) を成す。

### 【0034】

また、基板を矩形の蒸着ホルダの長手方向に対して斜めにセットし、蒸着ホルダを  $X$  方向または  $Y$  方向に移動させてもよく、他の発明の構成は、

ロード室、該ロード室に連結された搬送室、及び該搬送室に連結された複数の成膜室と、該成膜室に連結された設置室を有する製造装置であって、

前記複数の成膜室は、前記成膜室内を真空にする真空排気処理室と連結され、マスクと基板の位置あわせを行うアライメント手段と、矩形である蒸着源ホルダと、前記蒸着源ホルダを移動させる手段と、

前記蒸着源ホルダには長手方向に配置された蒸着材料が封入された容器と、前記容器を加熱する手段と、を有し、

前記矩形の蒸着ホルダの移動する方向に対して基板の一辺が斜めになるよう設置させることを特徴とする製造装置である。

### 【0035】

上記構成の場合、基板だけでなく、マスクや基板ホルダも蒸着ホルダの長手方向に対して斜めに設置される。なお、蒸着ホルダの長手方向と、蒸着ホルダの移動方向は、 $90^\circ$  を成す。

### 【0036】

また、アクティブマトリクス型の発光装置を作製する工程において、TFT を作製する際に使用するレーザー光の走査方向と、蒸着ホルダの移動方向を異ならせることが好ましく、発光装置の作製方法に関する発明の構成は、

TFT が設けられた基板に対向して配置した蒸着源から有機化合物を含む材料を蒸着させて、前記基板上に設けられた第1の電極上に有機化合物を含む膜を形成し、該有機化合物を含む膜上に第2の電極を形成する発光装置の作製方法であって、

絶縁表面を有する基板上に半導体膜を形成する工程と、

前記半導体膜にレーザー光を走査して照射する工程と、  
前記半導体膜を活性層とする T F T を形成する工程と、  
前記 T F T に接続する第 1 の電極を形成する工程と、

前記レーザー光の走査方向とは異なる方向に矩形の蒸着源ホルダを移動させて  
前記第 1 の電極上に有機化合物を含む膜を形成する工程と、  
該有機化合物を含む膜上に第 2 の電極を形成する工程とを有することを特徴とする  
発光装置の作製方法である。

### 【0037】

また、レーザー光の走査方向に対して垂直な方向と、蒸着ホルダの移動方向を  
異ならせることが好ましく、他の発明の構成は、

T F T および第 1 の電極が設けられた基板に対向して配置した蒸着源から有機化  
合物を含む材料を蒸着させて、前記第 1 の電極上に有機化合物を含む膜を形成し  
、該有機化合物を含む膜上に第 2 の電極を形成する発光装置の作製方法であって

、  
絶縁表面を有する基板上に半導体膜を形成する工程と、  
前記半導体膜にレーザー光を走査して照射する工程と、  
前記半導体膜を活性層とする T F T を形成する工程と、  
前記 T F T に接続する第 1 の電極を形成する工程と、

前記レーザー光の走査方向に対して垂直な方向とは異なる方向に矩形の蒸着源  
ホルダを移動させて前記第 1 の電極上に有機化合物を含む膜を形成する工程と、  
該有機化合物を含む膜上に第 2 の電極を形成する工程とを有することを特徴とする  
発光装置の作製方法である。

### 【0038】

また、上記構成において、前記レーザー光は、連続発振またはパルス発振の Y  
A G レーザ、Y V O<sub>4</sub> レーザ、Y L F レーザ、Y A l O<sub>3</sub> レーザ、ガラスレーザ、  
ルビーレーザ、アレキサンドライドレーザ、T i : サファイアレーザから選ばれ  
た一種または複数種からのレーザー光である。もしくは、前記レーザー光は連続  
発振またはパルス発振のエキシマレーザ、A r レーザ、K r レーザから選ばれた  
一種または複数種からのレーザー光である。

**【0039】**

また、蒸着させる E L 材料や金属材料に対して、酸素や水等の不純物が混入する恐れのある主な過程を挙げた場合、蒸着前に E L 材料を成膜室にセットする過程、蒸着過程などが考えられる。

**【0040】**

また、通常、E L 材料を保存する容器は、褐色のガラス瓶に入れられ、プラスチック製の蓋（キャップ）で閉められている。この E L 材料を保存する容器の密閉度が不十分であることも考えられる。

**【0041】**

従来、蒸着法により成膜を行う際には、容器（ガラス瓶）に入れられた蒸発材料を所定の量取りだし、蒸着装置内での被膜形成物に対向させた位置に設置された容器（代表的にはルツボ、蒸着ボート）に移しかえているが、この移しかえ作業において不純物が混入する恐れがある。すなわち、E L 素子の劣化原因の一つである酸素や水及びその他の不純物が混入する可能性がある。

**【0042】**

ガラス瓶から容器に移しかえる際には、例えば、蒸着装置にグローブなどが備えられた前処理室内で人間の手で行うことが考えられる。しかし、前処理室にグローブを備えた場合、真空にすることができず、大気圧で作業を行うこととなり、たとえ窒素雰囲気で行うとしても前処理室内の水分や酸素を極力低減することは困難であった。ロボットを使用することも考えられるが、蒸発材料は粉状であるので、移しかえするロボットを作製することは困難である。従って、下部電極上に E L 層を形成する工程から上部電極形成工程までの工程を全自動化し、不純物混入を避けることが可能な一貫したクローズドシステムとすることを困難していた。

**【0043】**

そこで、本発明では、E L 材料を保存する容器として従来の容器、代表的には褐色のガラス瓶等を使用せず、蒸着装置に設置される予定の容器に E L 材料や金属材料を真空封止して直接収納し、搬送後に蒸着を行う製造システムとし、高純度な蒸着材料への不純物混入防止を実現するものである。また、E L 材料の蒸着



材料を直接収納する際、得られた蒸着材料を分けて収納するのではなく、蒸着装置に設置される予定の容器（ルツボ）内に直接昇華精製を行ってもよい。本発明により、今後のさらなる蒸着材料の超高純度化への対応を可能とする。また、蒸着装置に設置される予定の容器に金属材料を直接収納し、加熱抵抗により蒸着を行ってもよい。

#### 【0044】

搬送する容器の形態について図8（A）を用いて具体的に説明する。搬送に用いる上部（721a）と下部（721b）に分かれる第2の容器は、第2の容器の上部に設けられた第1の容器を固定するための固定手段706と、固定手段に加圧するためのバネ705と、第2の容器の下部に設けられた第2の容器を減圧保持するためガス経路となるガス導入口708と、上部容器721aと下部容器721bとを固定するOリングと、留め具702と有している。この第2の容器内には、精製された蒸着材料が封入された第1の容器701が設置されている。なお、第2の容器はステンレスを含む材料で形成され、第1の容器701はチタンを有する材料で形成するとよい。

#### 【0045】

材料メーカーにおいて、第1の容器701に精製した蒸着材料を封入する。そして、Oリング707を介して第2の上部721aと下部721bとを合わせ、留め具702で上部容器721aと下部容器721bとを固定し、第2の容器内に第1の容器701を密閉する。その後、ガス導入口708を介して第2の容器内を減圧し、更に窒素雰囲気置換し、バネ705を調節して固定手段706により第1の容器701を固定する。なお、第2の容器内に乾燥剤を設置してもよい。このように第2の容器内を真空や減圧、窒素雰囲気置換すると、蒸着材料へのわずかな酸素や水の付着でさえも防止することができる。

#### 【0046】

この状態で発光装置メーカーへ搬送され、第1の容器701を蒸着室へ設置する。その後、加熱により蒸着材料は昇華し、蒸着膜の成膜が行われる。

#### 【0047】

また、その他の部品、例えば膜厚モニタ（水晶振動子など）、シャッターなど

も同様にして大気にふれることなく搬送し、蒸着装置内に設置することが好ましい。

#### 【0048】

上記蒸着装置に設置する容器に蒸着材料を直接収納する作業は、蒸着装置を使用する発光装置メーカーが蒸着材料を作製、または販売している材料メーカーに依頼することが望ましい。発光装置メーカーと材料メーカーが連携して不純物混入の低減に努めることによって、材料メーカーで得られる極めて高い純度のEL材料を維持し、そのまま純度を落とすことなく発光装置メーカーで蒸着を行うことができる。

#### 【0049】

また、いくら高純度なEL材料を材料メーカーで提供されても、発光装置メーカーで従来の移しかえの作業があるかぎり不純物混入の恐れが存在し、EL材料の純度を維持することができず、純度に限界があった。

#### 【0050】

上記課題を踏まえ、本発明では、大気にふれることなく容器内に真空封止されたルツボ（蒸着材料が充填されている）を容器から取り出し、蒸着ホルダにルツボをセットするための設置室が成膜室に連結されており、大気にふれることなく設置室から搬送ロボットでルツボを搬送する。設置室にも真空排気手段を設け、さらにルツボを加熱する手段も設けることが好ましい。

#### 【0051】

図8（A）および図8（B）を用いて、第2の容器721a、721bに密閉されて搬送される第1の容器701を成膜室へ設置する機構を説明する。

#### 【0052】

図8（A）は、第1の容器が収納された第2の容器721a、721bを載せる回転台707と、第1の容器を搬送するための搬送機構と、持ち上げ機構711とを有する設置室705の断面が記載されている。また、設置室は成膜室と隣り合うように配置され、ガス導入口を介して雰囲気を制御する手段により設置室の雰囲気を制御することが可能である。なお、本発明の搬送機構は、図8（B）に記載されるように第1の容器701の上方から、該第1の容器を挟んで（つま

んで) 搬送する構成に限定されるものではなく、第1の容器の側面を挟んで搬送する構成でも構わない。

#### 【0053】

このような設置室内に、留め具702を外した状態で第2の容器を回転設置台713上に配置する。内部は真空状態であるので留め具702を外しても取れない。次いで、雰囲気制御する手段により、設置室内を減圧状態とする。設置室内の圧力と第2の容器内の圧力とが等しくなると、容易に第2の容器は開封できる状態となる。そして持ち上げ機構711により第2の容器の上部721aを取り外し、回転設置台713が回転軸712を軸として回転することによって第2の容器の下部および第1の容器を移動させる。そして、第1の容器701を搬送機構により蒸着室へ搬送して第1の容器701を蒸着源ホルダ(図示しない)に設置する。

#### 【0054】

その後、蒸着源ホルダに設けられた加熱手段により、蒸着材料は昇華され、成膜が開始される。この成膜時に、蒸着源ホルダに設けられたシャッター(図示しない)が開くと、昇華した蒸着材料は基板の方向へ飛散し、基板に蒸着され、発光層(正孔輸送層、正孔注入層、電子輸送層、電子注入層を含む)が形成される。

#### 【0055】

そして、蒸着が完了した後、蒸着源ホルダから第1の容器を持ち上げ、設置室に搬送して、回転台に設置された第2の容器の下部容器(図示しない)に載せられ、上部容器721aにより密閉される。このとき、第1の容器と、上部容器と、下部容器とは、搬送された組み合わせで密閉することが好ましい。この状態で、設置室を大気圧とし、第2の容器を設置室から取り出し、留め具702を固定して材料メーカーへ搬送される。

#### 【0056】

また、成膜室に連結した前処理室(設置室)にロボットを備え、蒸着源ごと成膜室から前処理室に移動させ、前処理室で蒸着源に蒸着材料をセットしてもよい。即ち、蒸着源が前処理室まで移動する製造装置としてもよい。こうすることに

よって、成膜室の洗浄度を保ったまま、蒸着源をセットすることができる。

#### 【0057】

また、本発明は、図10に示すように、複数の成膜室を備えたマルチチャンバー型の製造装置において、第1の基板に蒸着する第1の成膜室と、第2の基板に蒸着する第2の成膜室とを有し、それぞれの成膜室では複数の有機化合物層を並行（並列）して積層することによって基板1枚当りの処理時間を短縮してもよい。即ち、搬送室から第1の基板を第1の成膜室に搬入した後、第1の基板上に蒸着を行っている間に、搬送室から第2の基板を第2の成膜室に搬入して第2の基板上に蒸着を行う。

#### 【0058】

図10においては、搬送室1004aに成膜室が6つ設けられているため、6枚の基板をそれぞれの成膜室に搬入し、順次、並行して蒸着を行うことが可能である。また、メンテナンスしている間でも製造ラインを一時停止することなく、他の成膜室で順次、蒸着を行うことができる。

#### 【0059】

また、本発明である有機化合物を含む層を形成する蒸着の手順の一例としては、まず、設置室にルツボを真空封止している容器をセットし、設置室内を真空排気した後、容器からルツボを取り出す。次いで、加熱を行いルツボの温度Tまで上げておくが、真空度が蒸着時の真空度よりも低くして設置室で蒸着が開始しないようにすることで制御する。次いで、加熱されたルツボを設置室から蒸着室へ搬送する。蒸着室にある蒸着ホルダは予め加熱されており、ルツボをセットし、真空度をさらに上げることで蒸着が開始される。蒸着ホルダはX方向またはY方向に移動することができ、固定されている基板に対して均一に成膜することができる。予め、加熱しておくことでルツボの加熱に要する時間が短縮できる。

#### 【0060】

##### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

#### 【0061】

##### （実施の形態1）

本発明の蒸着装置の上面模式図を図1に示す。なお、図1は蒸着途中のものを示す。

#### 【0062】

図1において、成膜室11は、基板保持手段12と、蒸着シャッター15が設置された蒸着源ホルダ17と、蒸着源ホルダを移動させる手段（図示しない）と、減圧雰囲気にする手段（真空排気手段）とを有する。そして、成膜室11には、大型基板13と、蒸着マスク（図示しない）とが設置される。

#### 【0063】

また、基板保持手段12は、金属からなる蒸着マスクを重力で固定しており、マスク上に配置される基板13も固定される。なお、基板保持手段12に真空吸着機構を設けてマスクを真空吸着して固定してもよい。ここでは、蒸着マスクが基板保持手段12と溶着または接着している例を示したが、蒸着マスクと基板保持手段とが固着してしまうことを防ぐため、互いに接する箇所に絶縁物を設けたり、点接触となるように基板保持手段の形状を適宜変更してもよい。また、ここでは、基板保持手段12で基板と蒸着マスクの両方を載せる構成とした例を示したが、基板を保持する手段と、蒸着マスクを保持する手段とを別々に設けてもよい。なお、基板保持手段は図示していないが、成膜室に固定されている。

#### 【0064】

また、基板保持手段12と重なる領域には蒸着を行うことができないため、基板保持手段12は、多面取りする際に切断領域（スクライブラインとなる領域）に設けることが好ましい。或いは、基板保持手段12は、パネル端子部となる領域と重なるように設けてもよい。図1に示すように基板保持手段12は、上方から見ると、1枚の基板13に点線で示した4つのパネルを形成する例を示しているため、十文字としているが、形状は特に限定されず、非対称な形状としてもよい。なお、図示していないが、基板保持手段12は成膜室に固定されている。なお、図1では簡略化のため、マスクを図示していない。

#### 【0065】

また、CCDカメラ（図示しない）を用いて蒸着マスクや基板のアライメントを確認するとよい。基板と蒸着マスクにそれぞれアライメントマーカーを設けておき

、位置制御を行えばよい。蒸着源ホルダ 17 には蒸着材料 18 が封入された容器が設置されている。この成膜室 11 は、減圧雰囲気にする手段により、真空度が  $5 \times 10^{-3} \text{ Torr}$  ( $0.665 \text{ Pa}$ ) 以下、好ましくは  $10^{-4} \sim 10^{-6} \text{ Pa}$  まで真空排気される。

#### 【0066】

また蒸着の際、抵抗加熱により、蒸着材料は設置室 33b で予め昇華（気化）させ、蒸着速度が安定したら、シャッター 30 を開き、蒸着源ホルダ 17 を成膜室 11 内部に移動させ、さらに基板の下方を通過させる。蒸発した蒸発材料は、上方に飛散し、蒸着マスクに設けられた開口部を通して基板 13 に選択的に蒸着される。なお、マイクロコンピュータにより成膜速度、蒸着源ホルダの移動速度、及びシャッターの開閉を制御できるようにしておく和良好的。この蒸着源ホルダの移動速度により蒸着速度を制御することが可能となる。また、蒸着ホルダに成膜をコントロールするためのシャッターを別途設けてもよい。

#### 【0067】

また、図 1 では複数の蒸着ホルダ 17 が設置室 33b、33c に待機できるようになっており、順次移動させて、複数種類の膜を積層することができる。

#### 【0068】

また図示しないが、蒸着ホルダに設けられた膜厚モニタ、例えば水晶振動子により蒸着膜の膜厚を測定しながら蒸着することができる。この水晶振動子を用いて蒸着膜の膜厚を測定する場合、水晶振動子に蒸着された膜の質量変化を、共振周波数の変化として測定することができる。

#### 【0069】

図 1 に示す蒸着装置においては、蒸着の際、基板 13 と蒸着源ホルダ 17 との間隔距離  $d$  を代表的には  $30 \text{ cm}$  以下、好ましくは  $20 \text{ cm}$  以下、さらに好ましくは  $5 \text{ cm} \sim 15 \text{ cm}$  に狭め、蒸着材料の利用効率及びスループットを格段に向上させている。

#### 【0070】

また、蒸着の際、基板付近を拡大した断面模式図を図 2 に示す。図 2 では 6 個の容器（ルツボ） 202 を備えた矩形形状の蒸着ホルダ 204 を示している。6

個の容器 202 には適宜、膜厚モニタ 201 を設ける。傾き調節ネジ 205 は、膜厚モニタ 201 と同様に適宜設けられ、ヒーター 203 ごと基板 201 に対して傾けることができる。ここでは加熱手段としてヒーター 203 を用いており、抵抗加熱法で蒸着を行う。

#### 【0071】

また、R、G、B の発光が得られる有機化合物を含む層をそれぞれ選択的に形成してフルカラーの発光素子を得る場合、3 枚の蒸着マスクを用いて選択的に成膜を行う。発光効率の異なる赤色発光素子、緑色発光素子、青色発光素子のそれぞれの発光面積を変えた例を図 6 に示す。また、発光色によって正孔輸送層または正孔注入層、電子輸送層または電子注入層の膜厚をそれぞれ変えて適宜調節することが好ましい。ここでは、赤色発光面積 > 青色発光面積 > 緑色発光面積とした例を示したが、特に限定されない。

#### 【0072】

図 6 (A) に R 用の蒸着マスク、図 6 (B) に B 用の蒸着マスク、図 6 (C) に G 用の蒸着マスクを示す。

#### 【0073】

第 1 成膜室で R 用の蒸着マスク (図 6 (A)) を用い、正孔輸送層または正孔注入層、発光層 (R)、電子輸送層または電子注入層を順次積層し、第 2 成膜室で G 用の蒸着マスク (図 6 (C)) を用い、正孔輸送層または正孔注入層、発光層 (G)、電子輸送層または電子注入層を順次積層し、第 3 成膜室で B 用の蒸着マスク (図 6 (B)) を用い、正孔輸送層または正孔注入層、発光層 (B)、電子輸送層または電子注入層を順次積層した後、陰極を形成すればフルカラーの発光素子を得ることができる。こうして得られた発光領域の一部 (8 画素分の発光領域) を 図 6 (D) に示す。

#### 【0074】

また、赤色発光素子、緑色発光素子、青色発光素子のそれぞれの発光面積を同一とした例を図 7 に示す。発光面積を同一とした場合は、それぞれのマスクにおける開口形状が同一となり、位置アライメントが異なるだけである。従って、同一のガラスマスクを基にして R 用の蒸着マスク、G 用の蒸着マスク、B 用の蒸着

マスクを形成することができるため、コスト削減することができる。特に大型基板用の蒸着マスクに関する設計コスト削減を行うことができ、さらに図7 (C) に示すように4枚のマスクをアライメント精度よく組み合わせて1枚のマスクとすると大幅なコスト削減を行うことができる。

#### 【0075】

図7 (A) に示した蒸着マスクをR用、G用、B用に3枚用意する。ただし、それぞれ開口部の位置のみが異なっている。これらのマスクを用い、順次積層して得られた発光領域の一部（8画素分の発光領域）を 図7 (B) に示す。

#### 【0076】

また、基板200はCCDなどによってマスク207a、207bおよび基板保持手段と位置あわせを行う。ここでは多面取りの例を示しており、大型基板にあわせた大型サイズのマスクは高価であるため、複数の小さいマスクを精度よく一体化したマスクとしている。例えば、大型基板（600cm×720cm）に4つのパネルを形成しようとする場合には、図7 (C) に示すように4枚のマスク（300cm×360cm）を一体化したマスクを用いればよい。4枚をアライメントして互いを接着させることによってマスク設計に要するコストを削減することができる。複数のマスクを一体化させるために基板保持手段と溶着または接着して固定してもよい。また、スライド式のシャッター（図示しない）を設け、蒸着を制御してもよい。例えば、蒸着ホルダが移動して基板201の下方に蒸着ホルダがない場合には、シャッターで閉じれば蒸着をストップさせることができる。このような蒸着源ホルダ204を移動機構206（代表的には2軸ステージ）により二次元平面で成膜室内をX方向またはY方向に移動させる。また、図2では6個の容器を備えた蒸着ホルダを例に説明したが、特に限定されず、6個以上の容器を備えた蒸着ホルダとしてもよい。

#### 【0077】

以上のような蒸着源ホルダが移動する機構を有する成膜室により、基板と蒸着源ホルダとの距離を長くする必要がなく、蒸着膜を均一に成膜することが可能となる。

#### 【0078】



よって本発明により、基板と蒸着源ホルダとの距離を短くでき、蒸着装置の小型化を達成することができる。そして、蒸着装置が小型となるため、昇華した蒸着材料が成膜室内の内壁、または防着シールドへ付着することが低減され、蒸着材料を有効に利用することができる。さらに、本発明の蒸着方法において、基板を回転させる必要がないため、大面積基板に対応可能な蒸着装置を提供することができる。

#### 【0079】

また、このように基板と蒸着源ホルダとの距離を短くすることにより、蒸着膜を薄く制御良く蒸着することができる。

#### 【0080】

また、蒸着ホルダへのルツボのセットは、設置室 33a に設けられた回転台 34 上に設置されたルツボを搬送機構 31 で設置室 33b に搬送することによって行われる。本発明では、大気にふれることなく容器内に真空封止されたルツボ（蒸着材料が充填されている）を容器から取り出し、蒸着ホルダにルツボをセットするための設置室が成膜室に連結されており、大気にふれることなく設置室から搬送ロボットでルツボを搬送する。設置室にも真空排気手段を設け、さらにルツボを加熱する手段も設けることが好ましい。

#### 【0081】

図 8（A）および図 8（B）を用いて、第 2 の容器 721a、721b に密閉されて搬送される第 1 の容器 701 を成膜室へ設置する機構を説明する。

#### 【0082】

図 8（A）は、第 1 の容器が収納された第 2 の容器 721a、721b を載せる回転台 707 と、第 1 の容器を搬送するための搬送機構と、持ち上げ機構 711 とを有する設置室 705 の断面が記載されている。また、設置室は成膜室と隣り合うように配置され、ガス導入口を介して雰囲気を制御する手段により設置室の雰囲気を制御することが可能である。なお、本発明の搬送機構は、図 8（B）に記載されるように第 1 の容器 701 の上方から、該第 1 の容器を挟んで（つまんで）搬送する構成に限定されるものではなく、第 1 の容器の側面を挟んで搬送する構成でも構わない。

**【0083】**

このような設置室内に、留め具702を外した状態で第2の容器を回転設置台713上に配置する。内部は真空状態であるので留め具702を外しても取れない。次いで、雰囲気を制御する手段により、設置室内を減圧状態とする。設置室内の圧力と第2の容器内の圧力とが等しくなるとき、容易に第2の容器は開封できる状態となる。そして持ち上げ機構711により第2の容器の上部721aを取り外し、回転設置台713が回転軸712を軸として回転することによって第2の容器の下部および第1の容器を移動させる。そして、第1の容器701を搬送機構により蒸着室へ搬送して第1の容器701を蒸着源ホルダ（図示しない）に設置する。

**【0084】**

その後、蒸着源ホルダに設けられた加熱手段により、蒸着材料は昇華され、成膜が開始される。

**【0085】**

そして、蒸着が完了した後、蒸着源ホルダから第1の容器を持ち上げ、設置室に搬送して、回転台35に設置された第2の容器の下部容器（図示しない）に載せられ、上部容器721aにより密閉される。このとき、第1の容器と、上部容器と、下部容器とは、搬送された組み合わせで密閉することが好ましい。この状態で、設置室33aを大気圧とし、第2の容器を設置室から取り出し、留め具702を固定して材料メーカーへ搬送される。

**【0086】**

（実施の形態2）

次に本発明の基板保持手段の構成について図3を用いて詳述する。

**【0087】**

図3（A1）には、基板303とマスク302が載せられた基板保持手段301の斜視図を示しており、図3（A2）は基板保持手段301のみを示している。

**【0088】**

また、図3（A3）は基板303とマスク302が載せられた基板保持手段の断

面図を示しており、高さ $h$ は10mm～50mm、幅 $w$ は1mm～5mmの金属板（代表的にはTi）で構成する。

#### 【0089】

この基板保持手段301によって、基板のたわみ、またはマスクのたわみを抑えることができる。

#### 【0090】

また、基板保持手段301の形状は、図3（A1）～（A3）に限定されるものではなく、例えば、図3（B2）に示すような形状としてもよい。

#### 【0091】

図3（B2）は、基板の端部を支える部分が設けられた例であり、基板保持手段305によって基板303のたわみ、またはマスク302のたわみを抑えるものである。なお、図3（B2）は基板保持手段305のみを示している。また、図3（B1）には、基板303とマスク302が載せられた基板保持手段305の斜視図を示している。

#### 【0092】

また、上記基板保持手段形状に代えて、図3（C2）に示すような形状としてもよい。図3（C2）は、基板の端部を支えるマスク枠306が設けられた例であり、基板保持手段307とマスク枠306によって基板303のたわみ、またはマスク302のたわみを抑えるものである。この場合、別々の材料で形成してもよい。また、マスク枠306には図3（C3）に示すようにマスク302の位置を固定する窪みを設けている。なお、基板保持手段307とマスク枠306は一体化させてもよい。

#### 【0093】

なお、図3（C2）はマスク枠306と基板保持手段307のみを示している。また、図3（C1）には、基板303とマスク302が載せられた基板保持手段305およびマスク枠306の斜視図を示している。

#### 【0094】

また、本実施の形態は実施の形態1と自由に組み合わせることができる。

#### 【0095】

## (実施の形態 3)

実施の形態 1 では複数の蒸着ホルダを備えた成膜室の例を示したが、ここでは、一つの蒸着ホルダのみを備えた例を図 4 に示す。

## 【0096】

本発明の蒸着装置を図 4 に示す。図 4 (A) は Y 方向断面図 (A-A' 点線における断面)、図 4 (B) は上面図である。なお、図 4 は蒸着途中のものを示す。

## 【0097】

図 4 (A) において、成膜室 411 は、基板保持手段 412 と、蒸着シャッター 415 が設置された蒸着源ホルダ 417 と、蒸着源ホルダの移動機構 420 と、減圧雰囲気にする手段とを有する。また、成膜室 411 には、大型基板 413 と、蒸着マスク 414 とが設置される。また、基板保持手段 412 は、金属からなる蒸着マスク 314 を重力で固定しており、マスク上に配置される基板 413 も固定される。なお、基板保持手段 412 に真空吸着機構を設けてマスクを真空吸着して固定してもよい。

## 【0098】

また、マスクに付着した蒸着物をクリーニングするため、プラズマ発生手段により、成膜室内にプラズマを発生させ、マスクに付着した蒸着物を気化させて成膜室外に排気することが好ましい。そのため、基板保持手段 412 に高周波電源 420 が接続されている。以上により、基板保持手段 412 は導電性材料 (Ti など) で形成することが好ましい。また、プラズマを発生させる場合、電界集中を防ぐため、メタルマスクを基板保持手段 412 から電氣的に浮かした状態とすることが好ましい。

## 【0099】

また、蒸着源ホルダ 417 の移動ピッチも絶縁物 (土手、隔壁とも呼ばれる) 410 の間隔に適宜、合わせればよい。なお、絶縁物 410 は第 1 の電極 421 の端部を覆うように配置されている。

## 【0100】

以下に図 4 に示す装置を用いた蒸着の手順の一例を示す。

## 【0101】

まず、基板搬送シャッターを開け、通過させて大型基板 413 を成膜室 411 に搬入し、位置アライメントを行って基板保持手段 412 および蒸着マスク 414 上に設置する。大型基板 413 は予め、TFT や第 1 の電極 421 や絶縁物 410 が設けられており、フェイスダウン方式で搬入される。なお、成膜室 411 は、常に減圧下、例えば真空度  $10^{-5} \sim 10^{-6}$  Pa とすることが好ましい。

#### 【0102】

次いで、第 1 の容器 436 を内部に真空封止した第 2 の容器 434 を設置室 433 の扉から導入して回転台 435 上に搭載する。

#### 【0103】

次いで、真空排気手段により設置室 433 の内部を減圧し、第 2 の容器 434 内部の真空度と同じまたはそれ以上にする。次いで、第 2 の容器 434 のみを持ち上げ機構 432 で持ち上げることによって、第 1 の容器 436 を露呈させる。次いで、成膜室内の真空度と設置室 433 の真空度を合わせ、シャッター 430 を開けた後、第 1 の容器 436 を搬送機構 431 で搬送し、蒸着ホルダ 417 にセットする。なお、搬送機構 431 で搬送する前に、設置室 433 で予め第 1 の容器を加熱してもよい。必要な数の第 1 の容器を蒸着ホルダ 417 にセットしたら、シャッター 430 を閉め、抵抗加熱法により蒸着を開始する。

#### 【0104】

蒸着を行う際、基板全面に成膜されるように蒸着ホルダ 417 を移動機構 420 で X 方向または Y 方向に移動させる。

#### 【0105】

また、異なる材料を積層する場合には、蒸着が済んだ第 1 の容器を回転台に戻し、異なる材料が封入された第 1 の容器を蒸着ホルダにセットし、再び移動機構 420 で X 方向または Y 方向に移動させればよい。

#### 【0106】

蒸着終了後、基板 413 は基板搬送シャッターを開け、通過させて搬出する。その後、搬送機構 431 で第 1 の容器を回転台に戻す。次いで、必要があれば、蒸着マスクや基板保持手段をクリーニングするために Ar、H、F、NF<sub>3</sub>、または O から選ばれた一種または複数種のガスを導入し、高周波電源 420 により

蒸着マスクに電圧を印加し、プラズマを発生させる。

【0107】

また、本実施の形態は、実施の形態1または実施の形態2と自由に組み合わせることができる。

【0108】

(実施の形態4)

ここでは、蒸着ホルダの長手方向の向きを基板の一辺に対して斜めにした例と、基板の向きを蒸着ホルダの移動方向に対して斜めにした例を図5を用いて説明する。

【0109】

ルツボを複数並べた蒸着ホルダの場合、密に配置してもルツボと隣り合うルツボの間隔には限界がある。隣り合うルツボの間にはルツボをはめ込み固定する外枠（ヒータや冷却手段内蔵）、シャッター、膜厚モニタなどが設けられる。蒸着速度や蒸着ホルダの移動速度や蒸着ホルダと基板との間隔などにもよるが、蒸着ホルダの長手方向に対して垂直な方向に移動させると、間隔が開いている箇所にはあまり成膜されず膜厚が不均一となりやすい。蒸着ホルダの移動速度が速く、且つ、基板と蒸着源との間隔が狭い場合に顕著に現れやすい。また、その不均一な膜厚により発光領域がムラになり、例えば縦スジまたは横スジとなりやすい。

【0110】

そこで本発明では、図5（A）にその一例を示したように、蒸着ホルダ517の長手方向を基板513のX方向（またはY方向）とある角度 $Z$ （ $0^\circ < Z < 90^\circ$ ）を成す方向に向けて、蒸着ホルダをY方向に移動させて蒸着を行う。例えば、蒸着ホルダの長手方向を基板のX方向に対して $Z = 45$ 度とし、蒸着ホルダをY方向に移動させながら蒸着した場合、ルツボと隣り合うルツボの間隔を1とすると、基板のX方向に対して $1/\sqrt{2}$ の間隔で蒸着されることになる。従って、蒸着される箇所の間隔（X方向における間隔）が狭まり、画素領域において膜厚を均一にすることができる。ただし、この場合、蒸着される領域の幅が狭まるため、蒸着しようとする領域に合わせて長めのサイズとし、蒸着ホルダの長手方向の長さ及びルツボの個数を設定すればよい。

## 【0111】

また、蒸着ホルダの長手方向を基板のX方向（またはY方向）と斜めにするのではなく、図5（B）にその一例を示したように、基板523自体を斜めに設置して蒸着ホルダ527を経路522に沿って移動させてもよい。この場合、基板の対角線における長さよりも蒸着ホルダの長手方向の長さを長くすることで基板全面に一括で成膜することができる。なお、蒸着ホルダの長手方向の長さが基板の一辺よりも短い場合は、数回の走査を繰り返して成膜すればよい。また、同じ経路で蒸着ホルダを繰り返し移動させることにより同一の薄膜を数回積層しても構わない。

## 【0112】

また、TF Tを形成する際に線状のレーザー光（パルス発振型）を用いた場合、レーザー光はX方向またはY方向に平行に走査するため、レーザー光のエネルギーがバラつくと照射領域毎に結晶状態が異なってしまう、結果的に発光領域に縞（レーザー光の走査方向524と垂直な方向に沿って形成される縞）が形成される恐れがある。

## 【0113】

例えば、非晶質構造を有するシリコン膜または結晶構造を有するシリコン膜に対して、大気中、または酸素雰囲気中でレーザー光（XeCl：波長308nm）の照射を行い、得られた半導体膜をTF Tの活性層とする。繰り返し周波数10～1000Hz程度のパルスレーザー光を用い、当該レーザー光を光学系にて100～500mJ/cm<sup>2</sup>に集光し、90～95%のオーバーラップ率をもって照射し、シリコン膜表面を走査させればよい。

## 【0114】

非晶質半導体膜の結晶化に際し、大粒径に結晶を得るためには、連続発振が可能な固体レーザを用い、基本波の第2高調波～第4高調波を適用するのが好ましい。代表的には、Nd:YVO<sub>4</sub>レーザー（基本波1064nm）の第2高調波（532nm）や第3高調波（355nm）を適用すればよい。連続発振のレーザーを用いる場合には、出力10Wの連続発振のYVO<sub>4</sub>レーザから射出されたレーザー光を非線形光学素子により高調波に変換する。また、共振器の中にYVO<sub>4</sub>結晶と

非線形光学素子を入れて、高調波を射出する方法もある。そして、好ましくは光学系により照射面にて矩形状または楕円形状のレーザ光に成形して、被処理体に照射する。このときのエネルギー密度は $0.01 \sim 100 \text{ MW/cm}^2$ 程度（好ましくは $0.1 \sim 10 \text{ MW/cm}^2$ ）が必要である。そして、 $10 \sim 2000 \text{ cm/s}$ 程度の速度でレーザ光に対して相対的に半導体膜を移動させて照射すればよい。

#### 【0115】

同様に、TFTを形成する際にレーザ光（連続発振型）を用いた場合、発光領域に縞（レーザ光の走査方向524と平行な方向に沿って形成される縞）が形成される恐れがある。従って、細長い矩形状の蒸着源ホルダの移動方向と、レーザ光の走査方向とを異ならせ、なす角度が $0^\circ$ より大きく、且つ、 $90^\circ$ 未満とすることが好ましい。こうすることによってレーザ光による縞模様を目立たないものとすることができる。また、蒸着ホルダに設置された容器間隔による縞や蒸着ホルダの移動速度による縞を目立たないものとすることができる。

#### 【0116】

また、本実施の形態では基板を固定し、蒸着ホルダを移動した例を示したが、蒸着ホルダを固定し、基板を移動させる形態としてもよい。

#### 【0117】

また、本実施の形態は、実施の形態1乃至3のいずれか一と自由に組み合わせることができる。

#### 【0118】

また、上記説明では、代表的な例として陰極と陽極との間に配置する有機化合物を含む層として、正孔輸送層、発光層、電子輸送層の3層を積層する例を示したが、特に限定されず、陽極上に正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層、または正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／電子注入層の順に積層する構造や、二層構造や単層構造でも良い。発光層に対して蛍光性色素等をドーピングしても良い。また、発光層としては正孔輸送性を有する発光層や電子輸送性を有する発光層などもある。また、これらの層は、全て低分子系の材料を用いて形成しても良いし、そのうちの1層またはいくつかの層は高分子系の材料を用



いて形成しても良い。なお、本明細書において、陰極と陽極との間に設けられる全ての層を総称して有機化合物を含む層（E L層）という。したがって、上記正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層及び電子注入層は、全てE L層に含まれる。また、有機化合物を含む層（E L層）は、シリコンなどの無機材料をも含んでいてもよい。

#### 【0119】

なお、発光素子（E L素子）は、電場を加えることで発生するルミネッセンス（Electro Luminescence）が得られる有機化合物を含む層（以下、E L層と記す）と、陽極と、陰極とを有する。有機化合物におけるルミネッセンスには、一重項励起状態から基底状態に戻る際の発光（蛍光）と三重項励起状態から基底状態に戻る際の発光（リン光）とがあるが、本発明により作製される発光装置は、どちらの発光を用いた場合にも適用可能である。

#### 【0120】

また、本発明の発光装置において、画面表示の駆動方法は特に限定されず、例えば、点順次駆動方法や線順次駆動方法や面順次駆動方法などを用いればよい。代表的には、線順次駆動方法とし、時分割階調駆動方法や面積階調駆動方法を適宜用いればよい。また、発光装置のソース線に入力する映像信号は、アナログ信号であってもよいし、デジタル信号であってもよく、適宜、映像信号に合わせて駆動回路などを設計すればよい。

#### 【0121】

また、本明細書中では、陰極、E L層及び陽極で形成される発光素子をE L素子といい、これには、互いに直交するように設けられた2種類のストライプ状電極の間にE L層を形成する方式（単純マトリクス方式）、又はT F Tに接続されマトリクス状に配列された画素電極と対向電極との間にE L層を形成する方式（アクティブマトリクス方式）の2種類がある。

#### 【0122】

以上の構成でなる本発明について、以下に示す実施例でもってさらに詳細な説明を行うこととする。

#### 【0123】

(実施例)

[実施例 1]

本実施例では、第 1 の電極から封止までの作製を全自動化したマルチチャンバー方式の製造装置の例を図 10 に示す。

【0124】

図 10 は、ゲート 100 a ~ 100 y と、搬送室 102、1004 a、108、114、118 と、受渡室 105、107、111 と、仕込室 101 と、第 1 成膜室 1006 R と、第 2 成膜室 1006 G と、第 3 成膜室 1006 B と、第 4 成膜室 1006 R'、第 5 成膜室 1006 G'、第 5 成膜室 1006 B' と、その他の成膜室 109、110、112、113、131、132 と、蒸着源を設置する設置室 126 R、126 G、126 B、126 E、126 H と、前処理室 103 a、103 b と、封止室 116 と、マスクストック室 124 と、封止基板ストック室 130 と、カセット室 120 a、120 b と、トレイ装着ステージ 121 と、取出室 119 と、を有するマルチチャンバーの製造装置である。なお、搬送室 1004 a には基板 104 c を搬送するための搬送機構 104 b が設けており、他の搬送室も同様にそれぞれ搬送機構が設けてある。

【0125】

以下、予め陽極（第 1 の電極）と、該陽極の端部を覆う絶縁物（隔壁）とが設けられた基板を図 10 に示す製造装置に搬入し、発光装置を作製する手順を示す。なお、アクティブマトリクス型の発光装置を作製する場合、予め基板上には、陽極に接続している薄膜トランジスタ（電流制御用 TFT）およびその他の薄膜トランジスタ（スイッチング用 TFT など）が複数設けられ、薄膜トランジスタからなる駆動回路も設けられている。また、単純マトリクス型の発光装置を作製する場合にも図 10 に示す製造装置で作製することが可能である。

【0126】

まず、カセット室 120 a またはカセット室 120 b に上記基板をセットする。基板が大型基板（例えば 300mm×360mm）である場合はカセット室 120 b にセットし、通常基板（例えば、127mm×127mm）である場合には、カセット室 120 a にセットした後、トレイ装着ステージ 121 に搬送し、トレイ（例えば

300mm×360mm) に複数の基板をセットする。

【0127】

カセット室にセットした基板（陽極と、該陽極の端部を覆う絶縁物とが設けられた基板）は搬送室118に搬送する。

【0128】

また、カセット室にセットする前には、点欠陥を低減するために第1の電極（陽極）の表面に対して界面活性剤（弱アルカリ性）を含ませた多孔質なスポンジ（代表的にはPVA（ポリビニルアルコール）製、ナイロン製など）で洗浄して表面のゴミを除去することが好ましい。洗浄機構として、基板の面に平行な軸線まわりに回転して基板の面に接触するロールブラシ（PVA製）を有する洗浄装置を用いてもよいし、基板の面に垂直な軸線まわりに回転しつつ基板の面に接触するディスクブラシ（PVA製）を有する洗浄装置を用いてもよい。また、有機化合物を含む膜を形成する前に、上記基板に含まれる水分やその他のガスを除去するために、脱気のためのアニールを真空中で行うことが好ましく、搬送室118に連結された前処理室123に搬送し、そこでアニールを行えばよい。

【0129】

次いで、基板搬送機構が設けられた搬送室118から仕込室101に搬送する。本実施例の製造装置では、仕込室101には、基板反転機構が備わっており、基板を適宜反転させることができる。仕込室101は、真空排気処理室と連結されており、真空排気した後、不活性ガスを導入して大気圧にしておくことが好ましい。

【0130】

次いで仕込室101に連結された搬送室102に搬送する。搬送室102内には極力水分や酸素が存在しないよう、予め、真空排気して真空を維持しておくことが好ましい。

【0131】

また、上記の真空排気処理室としては、磁気浮上型のターボ分子ポンプ、クライオポンプ、またはドライポンプが備えられている。これにより仕込室と連結された搬送室の到達真空度を $10^{-5}$ ～ $10^{-6}$ Paにすることが可能であり、さらに

ポンプ側および排気系からの不純物の逆拡散を制御することができる。装置内部に不純物が導入されるのを防ぐため、導入するガスとしては、窒素や希ガス等の不活性ガスを用いる。装置内部に導入されるこれらのガスは、装置内に導入される前にガス精製機により高純度化されたものを用いる。従って、ガスが高純度化された後に蒸着装置に導入されるようにガス精製機を備えておく必要がある。これにより、ガス中に含まれる酸素や水、その他の不純物を予め除去することができるため、装置内部にこれらの不純物が導入されるのを防ぐことができる。

#### 【0132】

また、不用な箇所に形成された有機化合物を含む膜を除去したい場合には、前処理室103aに搬送し、有機化合物膜の積層を選択的に除去すればよい。前処理室103aはプラズマ発生手段を有しており、Ar、H、F、およびOから選ばれた一種または複数種のガスを励起してプラズマを発生させることによって、ドライエッチングを行う。また、陽極表面処理として紫外線照射が行えるように前処理室103aにUV照射機構を備えてもよい。

#### 【0133】

また、シュリンクをなくすためには、有機化合物を含む膜の蒸着直前に真空加熱を行うことが好ましく、前処理室103bに搬送し、上記基板に含まれる水分やその他のガスを徹底的に除去するために、脱気のためのアニールを真空 ( $5 \times 10^{-3} \text{ Torr}$  ( $0.665 \text{ Pa}$ ) 以下、好ましくは  $10^{-4} \sim 10^{-6} \text{ Pa}$ ) で行う。前処理室103bでは平板ヒータ（代表的にはシースヒータ）を用いて、複数の基板を均一に加熱する。特に、層間絶縁膜や隔壁の材料として有機樹脂膜を用いた場合、有機樹脂材料によっては水分を吸着しやすく、さらに脱ガスが発生する恐れがあるため、有機化合物を含む層を形成する前に  $100^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$ 、好ましくは  $150^\circ\text{C} \sim 200^\circ\text{C}$ 、例えば30分以上の加熱を行った後、30分の自然冷却を行って吸着水分を除去する真空加熱を行うことは有効である。

#### 【0134】

次いで、上記真空加熱を行った後、搬送室102から受渡室105に基板を搬送し、さらに、大気にふれさせることなく、受渡室105から搬送室1004aに基板を搬送する。

## 【0135】

その後、搬送室1004aに連結された成膜室1006R、1006G、1006Bへ基板を適宜、搬送して、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、または電子注入層となる低分子からなる有機化合物層を適宜形成する。

## 【0136】

また、成膜室112ではインクジェット法やスピンコート法などで高分子材料からなる正孔注入層を形成してもよい。また、基板を縦置きとして真空中でインクジェット法により成膜してもよい。第1の電極（陽極）上に、正孔注入層（陽極バッファ層）として作用するポリ（エチレンジオキシチオフェン）／ポリ（スチレンスルホン酸）水溶液（PEDOT／PSS）、ポリアニリン／ショウノウスルホン酸水溶液（PANI／CSA）、PTPDES、Et-PTPDEK、またはPPBAなどを全面に塗布、焼成してもよい。焼成する際にはベーク室123で行うことが好ましい。スピンコートなどを用いた塗布法で高分子材料からなる正孔注入層を形成した場合、平坦性が向上し、その上に成膜される膜のカバレッジおよび膜厚均一性を良好なものとすることができる。特に発光層の膜厚が均一となるため均一な発光を得ることができる。この場合、正孔注入層を塗布法で形成した後、蒸着法による成膜直前に真空加熱（100～200℃）を行うことが好ましい。真空加熱する際には前処理室103bで行えばよい。例えば、第1の電極（陽極）の表面をスポンジで洗浄した後、カセット室に搬入し、成膜室112に搬送してスピンコート法でポリ（エチレンジオキシチオフェン）／ポリ（スチレンスルホン酸）水溶液（PEDOT／PSS）を全面に膜厚60nmで塗布した後、ベーク室123に搬送して80℃、10分間で仮焼成、200℃、1時間で本焼成し、さらに前処理室103bに搬送して蒸着直前に真空加熱（170℃、加熱30分、冷却30分）した後、成膜室106R、106G、106Bに搬送して大気に触れることなく蒸着法で発光層の形成を行えばよい。特に、ITO膜を陽極材料として用い、表面に凹凸や微小な粒子が存在している場合、PEDOT／PSSの膜厚を30nm以上の膜厚とすることでこれらの影響を低減することができる。

## 【0137】

また、PEDOT／PSSはITO膜上に塗布すると濡れ性があまりよくないため、PE

DOT/PSS溶液をスピコート法で1回目の塗布を行った後、一旦純水で洗浄することによって濡れ性を向上させ、再度、PEDOT/PSS溶液をスピコート法で2回目の塗布を行い、焼成を行って均一性良く成膜することが好ましい。なお、1回目の塗布を行った後、一旦純水で洗浄することによって表面を改質するとともに、微小な粒子なども除去できる効果が得られる。

#### 【0138】

また、スピコート法によりPEDOT/PSSを成膜した場合、全面に成膜されるため、基板の端面や周縁部、端子部、陰極と下部配線との接続領域などは選択的に除去することが好ましく、前処理室103aでO<sub>2</sub>アッシングなどで除去することが好ましい。

#### 【0139】

ここで、成膜室106R、106G、106B、106E、106Hについて説明する。

#### 【0140】

各成膜室106R、106G、106B、106E、106Hには、移動可能な蒸着源ホルダが設置されている。この蒸着源ホルダは複数用意されており、適宜、EL材料が封入された容器（ルツボ）を複数備え、この状態で成膜室に設置されている。フェイスダウン方式で基板をセットし、CCDなどで蒸着マスクの位置アライメントを行い、抵抗加熱法で蒸着を行うことで選択的に成膜を行うことができる。なお、蒸着マスクはマスクストック室124にストックして、適宜、蒸着を行う際に成膜室に搬送する。また、成膜室132は有機化合物を含む層や金属材料層を形成するための予備の蒸着室である。

#### 【0141】

これら成膜室へEL材料の設置は、以下に示す製造システムを用いると好ましい。すなわち、EL材料が予め材料メーカーで収納されている容器（代表的にはルツボ）を用いて成膜を行うことが好ましい。さらに設置する際には大気に触れることなく行うことが好ましく、材料メーカーから搬送する際、ルツボは第2の容器に密閉した状態のまま成膜室に導入されることが好ましい。望ましくは、各成膜室1006R、1006G、1006B、1006R'、1006G'、1

006B' に連結した真空排気手段を有する設置室（ここでは図示しない）を真空、または不活性ガス雰囲気とし、この中で第2の容器からルツボを取り出して、成膜室にルツボを設置する。なお、図1、または図4に設置室の一例が示してある。こうすることにより、ルツボおよび該ルツボに収納されたEL材料を汚染から防ぐことができる。なお、設置室には、メタルマスクをストックしておくことも可能である。

#### 【0142】

成膜室1006R、1006G、1006B、1006R'、1006G'、1006B' に設置するEL材料を適宜選択することにより、発光素子全体として、単色（具体的には白色）、或いはフルカラー（具体的には赤色、緑色、青色）の発光を示す発光素子を形成することができる。例えば、緑色の発光素子を形成する場合、成膜室1006Gで正孔輸送層または正孔注入層と、発光層（G）と、電子輸送層または電子注入層とを順次積層した後、陰極を形成すれば緑色の発光素子を得ることができる。例えば、フルカラーの発光素子を形成する場合、成膜室1006RでR用の蒸着マスクを用い、正孔輸送層または正孔注入層、発光層（R）、電子輸送層または電子注入層を順次積層し、成膜室1006GでG用の蒸着マスクを用い、正孔輸送層または正孔注入層、発光層（G）、電子輸送層または電子注入層を順次積層し、成膜室1006BでB用の蒸着マスクを用い、正孔輸送層または正孔注入層、発光層（B）、電子輸送層または電子注入層を順次積層した後、陰極を形成すればフルカラーの発光素子を得ることができる。

#### 【0143】

なお、白色の発光を示す有機化合物層は、異なる発光色を有する発光層を積層する場合において、赤色、緑色、青色の3原色を含有する3波長タイプと、青色／黄色または青緑色／橙色の補色の関係を用いた2波長タイプに大別される。一つの成膜室で白色発光素子を形成することも可能である。例えば、3波長タイプを用いて白色発光素子を得る場合、複数のルツボを搭載した蒸着源ホルダを複数備えた成膜室（図1に一例を示す）を用意して、第1の蒸着源ホルダには芳香族ジアミン（TPD）、第2の蒸着源ホルダにはp-EtTAZ、第3の蒸着源ホルダにはAlq<sub>3</sub>、第4の蒸着源ホルダにはAlq<sub>3</sub>に赤色発光色素であるNi1

e R e d を添加した E L 材料、第 5 の蒸着源ホルダには A l q<sub>3</sub> が封入され、この状態で各成膜室に設置する。そして、第 1 から第 5 の蒸着源ホルダが順に移動を開始し、基板に対して蒸着を行い、積層する。具体的には、加熱により第 1 の蒸着源ホルダから T P D が昇華され、基板全面に蒸着される。その後、第 2 の蒸着源ホルダから p - E t T A Z が昇華され、第 3 の蒸着源ホルダから A l q<sub>3</sub> が昇華され、第 4 の蒸着源ホルダから A l q<sub>3</sub> : N i l e R e d が昇華され、第 5 の蒸着源ホルダから A l q<sub>3</sub> が昇華され、基板全面に蒸着される。この後、陰極を形成すれば白色発光素子を得ることができる。

#### 【0144】

上記工程によって適宜、有機化合物を含む層を積層した後、搬送室 1004a から受渡室 107 に基板を搬送し、さらに、大気にふれさせることなく、受渡室 107 から搬送室 108 に基板を搬送する。

#### 【0145】

次いで、搬送室 108 内に設置されている搬送機構により、基板を成膜室 110 に搬送し、陰極を形成する。この陰極は、抵抗加熱を用いた蒸着法により形成される金属膜 (M g A g、M g I n、C a F<sub>2</sub>、L i F、C a N などの合金、または周期表の 1 族もしくは 2 族に属する元素とアルミニウムとを共蒸着法により形成した膜、またはこれらの積層膜) である。また、スパッタ法を用いて陰極を形成してもよい。

#### 【0146】

また、上面出射型の発光装置を作製する場合には、陰極は透明または半透明であることが好ましく、上記金属膜の薄膜 (1 n m ~ 10 n m)、或いは上記金属膜の薄膜 (1 n m ~ 10 n m) と透明導電膜との積層を陰極とすることが好ましい。この場合、スパッタ法を用いて成膜室 109 で透明導電膜 (I T O (酸化インジウム酸化スズ合金)、酸化インジウム酸化亜鉛合金 (I n<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Z n O)、酸化亜鉛 (Z n O) 等) からなる膜を形成すればよい。

#### 【0147】

以上の工程で積層構造の発光素子が形成される。

#### 【0148】



また、搬送室 108 に連結した成膜室 113 に搬送して窒化珪素膜、または窒化酸化珪素膜からなる保護膜を形成して封止してもよい。ここでは、成膜室 113 内には、珪素からなるターゲット、または酸化珪素からなるターゲット、または窒化珪素からなるターゲットが備えられている。例えば、珪素からなるターゲットを用い、成膜室雰囲気を窒素雰囲気または窒素とアルゴンを含む雰囲気とすることによって陰極上に窒化珪素膜を形成することができる。また、炭素を主成分とする薄膜（DLC 膜、CN 膜、アモルファスカーボン膜）を保護膜として形成してもよく、別途、CVD 法を用いた成膜室を設けてもよい。ダイヤモンドライクカーボン膜（DLC 膜とも呼ばれる）は、プラズマ CVD 法（代表的には、RF プラズマ CVD 法、マイクロ波 CVD 法、電子サイクロトロン共鳴（ECR）CVD 法、熱フィラメント CVD 法など）、燃焼炎法、スパッタ法、イオンビーム蒸着法、レーザー蒸着法などで形成することができる。成膜に用いる反応ガスは、水素ガスと、炭化水素系のガス（例えば  $\text{CH}_4$ 、 $\text{C}_2\text{H}_2$ 、 $\text{C}_6\text{H}_6$  など）とを用い、グロー放電によりイオン化し、負の自己バイアスがかかったカソードにイオンを加速衝突させて成膜する。また、CN 膜は反応ガスとして  $\text{C}_2\text{H}_4$  ガスと  $\text{N}_2$  ガスとを用いて形成すればよい。なお、DLC 膜や CN 膜は、可視光に対して透明もしくは半透明な絶縁膜である。可視光に対して透明とは可視光の透過率が 80～100%であることを指し、可視光に対して半透明とは可視光の透過率が 50～80%であることを指す。

#### 【0149】

本実施例では、陰極上に第 1 の無機絶縁膜と、応力緩和膜と、第 2 の無機絶縁膜との積層からなる保護層を形成する。例えば、陰極を形成した後、成膜室 113 に搬送して第 1 の無機絶縁膜を形成し、成膜室 132 に搬送して蒸着法で吸湿性および透明性を有する応力緩和膜（有機化合物を含む層など）を形成し、さらに再度、成膜室 113 に搬送して第 2 の無機絶縁膜を形成すればよい。

#### 【0150】

次いで、発光素子が形成された基板を大気に触れることなく、搬送室 108 から受渡室 111 に搬送し、さらに受渡室 111 から搬送室 114 に搬送する。次いで、発光素子が形成された基板を搬送室 114 から封止室 116 に搬送する。

**【0151】**

封止基板は、ロード室117に外部からセットし、用意される。なお、水分などの不純物を除去するために予め真空中でアニールを行うことが好ましい。そして、封止基板に発光素子が設けられた基板と貼り合わせるためのシール材を形成する場合には、シーリング室でシール材を形成し、シール材を形成した封止基板を封止基板ストック室130に搬送する。なお、シーリング室において、封止基板に乾燥剤を設けてもよい。なお、ここでは、封止基板にシール材を形成した例を示したが、特に限定されず、発光素子が形成された基板にシール材を形成してもよい。

**【0152】**

次いで、封止室116、基板と封止基板と貼り合わせ、貼り合わせた一对の基板を封止室116に設けられた紫外線照射機構によってUV光を照射してシール材を硬化させる。なお、ここではシール材として紫外線硬化樹脂を用いたが、接着材であれば、特に限定されない。

**【0153】**

次いで、貼り合わせた一对の基板を封止室116から搬送室114、そして搬送室114から取出室119に搬送して取り出す。

**【0154】**

以上のように、図10に示した製造装置を用いることで完全に発光素子を密閉空間に封入するまで大気に曝さずに済むため、信頼性の高い発光装置を作製することが可能となる。なお、搬送室114、118においては、真空と、大気圧での窒素雰囲気とを繰り返すが、搬送室102、1004a、108は常時、真空度が保たれることが望ましい。

**【0155】**

なお、ここでは図示しないが、基板を個々の処理室に移動させる経路を制御して自動化を実現するコントロール制御装置を設けている。

**【0156】**

また、図10に示す製造装置では、陽極として透明導電膜（または金属膜（TiN））が設けられた基板を搬入し、有機化合物を含む層を形成した後、透明また

は半透明な陰極（例えば、薄い金属膜（Al、Ag）と透明導電膜の積層）を形成することによって、上面出射型（或いは両面出射）の発光素子を形成することも可能である。なお、上面出射型の発光素子とは、陰極を透過させて有機化合物層において生じた発光を取り出す素子を指している。

#### 【0157】

また、図10に示す製造装置では、陽極として透明導電膜が設けられた基板を搬入し、有機化合物を含む層を形成した後、金属膜（Al、Ag）からなる陰極を形成することによって、下面出射型の発光素子を形成することも可能である。なお、下面出射型の発光素子とは、有機化合物層において生じた発光を透明電極である陽極からTFTの方へ取り出し、さらに基板を通過させる素子を指している。

#### 【0158】

また、図10に示す製造装置ではフルカラーの発光素子を平行して製造することができる。例えば、前処理室103で真空加熱を行った基板を受渡室105を経由して搬送室102から搬送室1004aに搬送した後、第1の基板は、成膜室1006R、1006G、1006Bを経由する経路で積層させ、第2の基板は成膜室1006R'、1006G'、1006B'を経由する経路で積層させる。このように並列に複数の基板に蒸着を行うことによってスループットを向上させることができる。以降の工程は、陰極の形成、封止を行えば発光装置が完成する。

#### 【0159】

また、処理基板枚数は減るものの、例えば、第4～6の成膜室1006R'、1006G'、1006B'をメンテナンスしている間でも製造ラインを一時停止することなく、第1～第3の成膜室1006R、1006G、1006Bで順次、蒸着を行うことができる。

#### 【0160】

また、異なる3つの成膜室でそれぞれR、G、Bの正孔輸送層、発光層、電子輸送層とを積層してもよい。なお、マスクアライメントがそれぞれ蒸着前に行われて所定の領域のみに成膜される。混色を防ぐため、マスクはそれぞれ異なるマ

スクを用いることが好ましく、3枚必要となる。複数の基板を処理する場合、例えば、1番目の基板を第1の成膜室に搬入し、赤色発光の有機化合物を含む層を成膜した後、基板搬出し、次に第2の成膜室に搬入し、緑色発光の有機化合物を含む層を成膜する間に、2番目の基板を第1の成膜室に搬入し、赤色発光の有機化合物を含む層を成膜すればよく、最後に1番目の基板を第3の成膜室に搬入し、青色発光の有機化合物を含む層を成膜する間に、2番目の基板を第2の成膜室に搬入した後、3番目の基板を第1の成膜室に搬入してそれぞれ順次積層させてゆけばよい。

#### 【0161】

また、同一の成膜室でそれぞれR、G、Bの正孔輸送層、発光層、電子輸送層とを積層してもよい。同一成膜室でR、G、Bでそれぞれ正孔輸送層、発光層、電子輸送層とを連続して積層する場合、マスクアライメント時にずらしてマスクの位置決めをすることによってRGB、3種類の材料層を選択的に形成してもよい。なお、この場合、マスクは共通であり、1枚のマスクのみを用いている。

#### 【0162】

また、本実施例は実施の形態1乃至4のいずれかーと自由に組み合わせることができる。

#### 【0163】

##### [実施例2]

本実施例では、有機化合物膜中に存在するエネルギー障壁を緩和してキャリアの移動性を高めると同時に、なおかつ積層構造の機能分離と同様に各種複数の材料の機能を有する素子を作製する例を示す。

#### 【0164】

積層構造におけるエネルギー障壁の緩和に関しては、キャリア注入層の挿入という技術に顕著に見られる。つまり、エネルギー障壁の大きい積層構造の界面において、そのエネルギー障壁を緩和する材料を挿入することにより、エネルギー障壁を階段状に設計することができる。これにより電極からのキャリア注入性を高め、確かに駆動電圧をある程度までは下げることができる。しかしながら問題点は、層の数を増やすことによって、有機界面の数は逆に増加することである。こ

のことが、単層構造の方が駆動電圧・パワー効率のトップデータを保持している原因であると考えられる。逆に言えば、この点を克服することにより、積層構造のメリット（様々な材料を組み合わせることができ、複雑な分子設計が必要ない）を活かしつつ、なおかつ単層構造の駆動電圧・パワー効率に追いつくことができる。

#### 【0165】

そこで本実施例において、発光素子の陽極と陰極の間に複数の機能領域からなる有機化合物膜が形成される場合、従来の明確な界面が存在する積層構造ではなく、第一の機能領域と第二の機能領域との間に、第一の機能領域を構成する材料および第二の機能領域を構成する材料の両方からなる混合領域を有する構造を形成する。

#### 【0166】

また、三重項励起エネルギーを発光に変換できる材料をドーパントとして混合領域に添加した場合も含める。また、混合領域の形成においては、混合領域に濃度勾配をもたせてもよい。

#### 【0167】

このような構造を適用することで、機能領域間に存在するエネルギー障壁は従来の構造に比較して低減され、キャリアの注入性が向上すると考えられる。すなわち機能領域間におけるエネルギー障壁は、混合領域を形成することにより緩和される。したがって、駆動電圧の低減、および輝度低下の防止が可能となる。

#### 【0168】

以上のことから、本実施例では第一の有機化合物が機能を発現できる領域（第一の機能領域）と、前記第一の機能領域を構成する物質とは異なる第二の有機化合物が機能を発現できる領域（第二の機能領域）と、を少なくとも含む発光素子、及びこれを有する発光装置の作製において、前記第一の機能領域と前記第二の機能領域との間に、前記第一の機能領域を構成する有機化合物と前記第二の機能領域を構成する有機化合物、とからなる混合領域を作製する。

#### 【0169】

図1に示す成膜装置では、複数の矩形の蒸着ホルダを使用することができる。

従って、一つの成膜室において複数の機能領域を有する有機化合物膜が形成されるようになっており、蒸着源ホルダもそれに応じて複数設けられている。

#### 【0170】

はじめに、第1の蒸着ホルダにより第一の有機化合物が蒸着される。なお、第一の有機化合物は予め抵抗加熱により気化されており、蒸着時に第1シャッターが開くことにより基板の方向へ飛散する。第1の蒸着ホルダの移動を繰り返すことにより、図11（B）に示す第一の機能領域610を形成することができる。

#### 【0171】

そして、第一の有機化合物を蒸着しながら、第2の蒸着ホルダを移動させて、第二の有機化合物を蒸着する。なお、第二の有機化合物も予め抵抗加熱により気化されており、蒸着時に第2シャッターが開くことにより基板の方向へ飛散する。ここで、第一の有機化合物と第二の有機化合物とからなる第一の混合領域611を形成することができる。

#### 【0172】

そして、第1の蒸着ホルダを停止し、第2の蒸着ホルダを繰り返し移動させて第二の有機化合物を蒸着する。これにより、第二の機能領域612を形成することができる。

#### 【0173】

なお、本実施例では、複数の蒸着ホルダを同時に移動させて蒸着することにより、混合領域を形成する方法を示したが、第一の有機化合物を蒸着した後、その蒸着雰囲気下で第二の有機化合物を蒸着することにより、第一の機能領域と第二の機能領域との間に混合領域を形成することもできる。

#### 【0174】

次に、第二の有機化合物を蒸着しながら、第3の蒸着ホルダを移動させて、第三の有機化合物を蒸着する。なお、第三の有機化合物も予め抵抗加熱により気化されており、蒸着時に第3シャッターが開くことにより基板の方向へ飛散する。ここで、第二の有機化合物と第三の有機化合物とからなる第二の混合領域613を形成することができる。

#### 【0175】

そして、第2の蒸着ホルダを停止し、第3の蒸着ホルダを繰り返し移動させて第三の有機化合物を蒸着する。これにより、第三の機能領域614を形成することができる。

#### 【0176】

最後に、陰極を形成することにより発光素子が完成する。

#### 【0177】

なお、図11(A)に混合領域を設けない発光素子の例を示す。図4に示す装置を用いて、順に蒸着を行い、第一の機能領域610、第二の機能領域612、第三の機能領域614を形成し、最後に、陰極を形成することにより発光素子が完成する。

#### 【0178】

また、図11(C)に混合領域を設けない発光素子の例を示す。図4に示す装置を用いて、順に蒸着を行い、第一の機能領域620、第二の機能領域622を形成し、最後に、陰極を形成することにより発光素子が完成する。

#### 【0179】

また、その他の混合領域を設ける発光素子の例としては、図11(D)に示すように、第一の有機化合物を用いて第一の機能領域620を形成した後、第一の有機化合物と第二の有機化合物とからなる第一の混合領域621を形成し、さらに、第二の有機化合物を用いて第二の機能領域622を形成する。そして、第二の機能領域622を形成する途中で、一時的に第3の蒸着ホルダを移動させて第三の有機化合物の蒸着を同時に行うことにより、第二の混合領域623を形成する。

#### 【0180】

そして、第3の蒸着ホルダを停止し、再び第2の蒸着ホルダを繰り返し移動させて、再び第二の機能領域622を形成する。そして、陰極を形成することにより発光素子が形成される。

#### 【0181】

同一の成膜室において複数の機能領域を有する有機化合物膜を形成することができるので、機能領域界面が不純物により汚染されることなく、また、機能領域

界面に混合領域を形成することができる。以上により、明瞭な積層構造を示すことなく（すなわち、明確な有機界面がなく）、かつ、複数の機能を備えた発光素子を作製することができる。

#### 【0182】

また、成膜前、成膜中、または成膜後に真空アニールを行うことが可能な成膜装置を用いれば、成膜中に真空アニールを行うことによって、混合領域における分子間をよりフィットさせることができる。したがって、さらに駆動電圧の低減、および輝度低下の防止が可能となる。また、成膜後のアニール（脱気）によって基板上に形成した有機化合物層中の酸素や水分などの不純物をさらに除去し、高密度、且つ、高純度な有機化合物層を形成することができる。

#### 【0183】

また、本実施例は実施の形態 1 乃至 4、実施例 1 のいずれか一と自由に組み合わせることができる。

#### 【0184】

##### [実施例 3]

本実施例では、絶縁表面を有する基板上に、有機化合物層を発光層とする発光素子を備えた発光装置（上面出射構造）を作製する例を図 12 に示す。

#### 【0185】

なお、図 12（A）は、発光装置を示す上面図、図 12（B）は図 12（A）を A-A' で切断した断面図である。点線で示された 1101 はソース信号線駆動回路、1102 は画素部、1103 はゲート信号線駆動回路である。また、1104 は透明な封止基板、1105 は第 1 のシール材であり、第 1 のシール材 1105 で囲まれた内側は、透明な第 2 のシール材 1107 で充填されている。なお、第 1 のシール材 1105 には基板間隔を保持するためのギャップ材が含有されている。

#### 【0186】

なお、1108 はソース信号線駆動回路 1101 及びゲート信号線駆動回路 1103 に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となる FPC（フレキシブルプリントサーキット）1109 からビデオ信号やクロック信号



を受け取る。なお、ここではFPCしか図示されていないが、このFPCにはプリント配線基盤(PWB)が取り付けられていても良い。

#### 【0187】

次に、断面構造について図12(B)を用いて説明する。基板1110上には駆動回路及び画素部が形成されているが、ここでは、駆動回路としてソース信号線駆動回路1101と画素部1102が示されている。

#### 【0188】

なお、ソース信号線駆動回路1101はnチャネル型TF T 1123とpチャネル型TF T 1124とを組み合わせたCMOS回路が形成される。また、駆動回路を形成するTF Tは、公知のCMOS回路、PMOS回路もしくはNMOS回路で形成しても良い。また、本実施例では、基板上に駆動回路を形成したドライバー一体型を示すが、必ずしもその必要はなく、基板上ではなく外部に形成することもできる。また、ポリシリコン膜を活性層とするTF Tの構造は特に限定されず、トップゲート型TF Tであってもよいし、ボトムゲート型TF Tであってもよい。

#### 【0189】

また、画素部1102はスイッチング用TF T 1111と、電流制御用TF T 1112とそのドレインに電気的に接続された第1の電極(陽極)1113を含む複数の画素により形成される。電流制御用TF T 1112としてはnチャネル型TF Tであってもよいし、pチャネル型TF Tであってもよいが、陽極と接続させる場合、pチャネル型TF Tとすることが好ましい。また、保持容量(図示しない)を適宜設けることが好ましい。なお、ここでは無数に配置された画素のうち、一つの画素の断面構造のみを示し、その一つの画素に2つのTF Tを用いた例を示したが、3つ、またはそれ以上のTF Tを適宜、用いてもよい。

#### 【0190】

ここでは第1の電極1113がTF Tのドレインと直接接している構成となっているため、第1の電極1113の下層はシリコンからなるドレインとオーミックコンタクトのとれる材料層とし、有機化合物を含む層と接する最上層を仕事関数の大きい材料層とすることが望ましい。例えば、窒化チタン膜とアルミニウム

を主成分とする膜と窒化チタン膜との3層構造とすると、配線としての抵抗も低く、且つ、良好なオーミックコンタクトがとれ、且つ、陽極として機能させることができる。また、第1の電極1113は、窒化チタン膜、クロム膜、タンゲステン膜、Zn膜、Pt膜などの単層としてもよいし、3層以上の積層を用いてもよい。

#### 【0191】

また、第1の電極（陽極）1113の両端には絶縁物（バンク、隔壁、障壁、土手などと呼ばれる）1114が形成される。絶縁物1114は有機樹脂膜もしくは珪素を含む絶縁膜で形成すれば良い。ここでは、絶縁物1114として、ポジ型の感光性アクリル樹脂膜を用いて図12に示す形状の絶縁物を形成する。

#### 【0192】

カバレッジを良好なものとするため、絶縁物1114の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにする。例えば、絶縁物1114の材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、絶縁物1114の上端部のみに曲率半径（ $0.2\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ ）を有する曲面を持たせることが好ましい。また、絶縁物1114として、感光性の光によってエッチャントに不溶解性となるネガ型、或いは光によってエッチャントに溶解性となるポジ型のいずれも使用することができる。

#### 【0193】

また、絶縁物1114を窒化アルミニウム膜、窒化酸化アルミニウム膜、炭素を主成分とする薄膜、または窒化珪素膜からなる保護膜で覆ってもよい。

#### 【0194】

また、第1の電極（陽極）1113上には、蒸着マスクを用いた蒸着法、またはインクジェット法によって有機化合物を含む層1115を選択的に形成する。さらに、有機化合物を含む層1115上には第2の電極（陰極）1116が形成される。陰極としては、仕事関数の小さい材料（Al、Ag、Li、Ca、またはこれらの合金MgAg、MgIn、AlLi、CaF<sub>2</sub>、またはCaN）を用いればよい。ここでは、発光が透過するように、第2の電極（陰極）1116として、膜厚を薄くした金属薄膜と、透明導電膜（ITO（酸化インジウム酸化ス

ズ合金)、酸化インジウム酸化亜鉛合金 ( $\text{In}_2\text{O}_3\text{—ZnO}$ )、酸化亜鉛 ( $\text{ZnO}$ ) 等) との積層を用いる。こうして、第 1 の電極 (陽極) 1 1 1 3、有機化合物を含む層 1 1 1 5、及び第 2 の電極 (陰極) 1 1 1 6 からなる発光素子 1 1 1 8 が形成される。ここでは発光素子 1 1 1 8 は白色発光とする例であるので着色層 1 1 3 1 と遮光層 (BM) 1 1 3 2 からなるカラーフィルター (簡略化のため、ここではオーバーコート層は図示しない) を設けている。

#### 【0 1 9 5】

また、R、G、B の発光が得られる有機化合物を含む層をそれぞれ選択的に形成すれば、カラーフィルターを用いなくともフルカラーの表示を得ることができる。

#### 【0 1 9 6】

また、発光素子 1 1 1 8 を封止するために透明保護層 1 1 1 7 を形成する。この透明保護層 1 1 1 7 としては実施の形態 1 に示した透明保護積層とする。透明保護積層は、第 1 の無機絶縁膜と、応力緩和膜と、第 2 の無機絶縁膜との積層からなっている。第 1 の無機絶縁膜および第 2 の無機絶縁膜としては、スパッタ法または CVD 法により得られる窒化珪素膜、酸化珪素膜、酸化窒化珪素膜 ( $\text{SiNO}$  膜 (組成比  $\text{N} > \text{O}$ ) または  $\text{SiON}$  膜 (組成比  $\text{N} < \text{O}$ ))、炭素を主成分とする薄膜 (例えば DLC 膜、CN 膜) を用いることができる。これらの無絶縁膜は水分に対して高いブロッキング効果を有しているが、膜厚が厚くなると膜応力が増大してピーリングや膜剥がれが生じやすい。しかし、第 1 の無機絶縁膜と第 2 の無機絶縁膜との間に応力緩和膜を挟むことで、応力を緩和するとともに水分を吸収することができる。また、成膜時に何らかの原因で第 1 の無機絶縁膜に微小な穴 (ピンホールなど) が形成されたとしても、応力緩和膜で埋められ、さらにその上に第 2 の無機絶縁膜を設けることによって、水分や酸素に対して極めて高いブロッキング効果を有する。また、応力緩和膜としては、無機絶縁膜よりも応力が小さく、且つ、吸湿性を有する材料が好ましい。加えて、透光性を有する材料であることが望ましい。また、応力緩和膜としては、 $\alpha\text{—NPD}$  (4,4'-ビス-[N-(ナフチル)-N-フェニル-アミノ]ビフェニル)、BCP (バソキュプロイン)、MTDATA (4,4',4''-トリス(N-3-メチルフェニル-N-フェニル-アミノ)トリ

フェニルアミン)、 $Alq_3$  (トリス-8-キノリノラトアルミニウム錯体) などの有機化合物を含む材料膜を用いてもよく、これらの材料膜は、吸湿性を有し、膜厚が薄ければ、ほぼ透明である。また、 $MgO$ 、 $SrO_2$ 、 $SrO$ は吸湿性及び透光性を有し、蒸着法で薄膜を得ることができるため、応力緩和膜に用いることができる。本実施例では、シリコンターゲットを用い、窒素とアルゴンを含む雰囲気中で成膜した膜、即ち、水分やアルカリ金属などの不純物に対してブロッキング効果の高い窒化珪素膜を第1の無機絶縁膜または第2の無機絶縁膜として用い、応力緩和膜として蒸着法により $Alq_3$ の薄膜を用いる。また、透明保護積層に発光を通過させるため、透明保護積層のトータル膜厚は、可能な限り薄くすることが好ましい。

#### 【0197】

また、発光素子1118を封止するために不活性気体雰囲気下で第1シール材1105、第2シール材1107により封止基板1104を貼り合わせる。なお、第1シール材1105、第2シール材1107としてはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、第1シール材1105、第2シール材1107はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。

#### 【0198】

また、本実施例では封止基板1104を構成する材料としてガラス基板や石英基板の他、FRP (Fiberglass-Reinforced Plastics)、PVF (ポリビニルフロライド)、マイラー、ポリエステルまたはアクリル等からなるプラスチック基板を用いることができる。また、第1シール材1105、第2シール材1107を用いて封止基板1104を接着した後、さらに側面(露呈面)を覆うように第3のシール材で封止することも可能である。

#### 【0199】

以上のようにして発光素子を透明保護層1117、第1シール材1105、第2シール材1107に封入することにより、発光素子を外部から完全に遮断することができ、外部から水分や酸素といった有機化合物層の劣化を促す物質が侵入することを防ぐことができる。従って、信頼性の高い発光装置を得ることができる。

**【0200】**

また、第1の電極1113として透明導電膜を用いれば両面発光型の発光装置を作製することができる。

**【0201】**

また、本実施例では陽極上に有機化合物を含む層を形成し、有機化合物を含む層上に透明電極である陰極を形成するという構造（以下、上面出射構造とよぶ）とした例を示したが、陽極上に有機化合物を含む層が形成され、有機化合物層上に陰極が形成される発光素子を有し、有機化合物を含む層において生じた発光を透明電極である陽極からTFTの方へ取り出す（以下、下面出射構造とよぶ）という構造としてもよい。

**【0202】**

ここで、下面出射構造の発光装置の一例を図13に示す。

**【0203】**

なお、図13（A）は、発光装置を示す上面図、図13（B）は図13（A）をA-A'で切断した断面図である。点線で示された1201はソース信号線駆動回路、1202は画素部、1203はゲート信号線駆動回路である。また、1204は封止基板、1205は密閉空間の間隔を保持するためのギャップ材が含有されているシール材であり、シール材1205で囲まれた内側は、不活性気体（代表的には窒素）で充填されている。シール材1205で囲まれた内側の空間は乾燥剤1207によって微量な水分が除去され、十分乾燥している。

**【0204】**

なお、1208はソース信号線駆動回路1201及びゲート信号線駆動回路1203に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となるFPC（フレキシブルプリントサーキット）1209からビデオ信号やクロック信号を受け取る。

**【0205】**

次に、断面構造について図13（B）を用いて説明する。基板1210上には駆動回路及び画素部が形成されているが、ここでは、駆動回路としてソース信号線駆動回路1201と画素部1202が示されている。なお、ソース信号線駆動

回路 1201 は n チャネル型 TFT 1223 と p チャネル型 TFT 1224 とを組み合わせた CMOS 回路が形成される。

#### 【0206】

また、画素部 1202 はスイッチング用 TFT 1211 と、電流制御用 TFT 1212 とそのドレインに電氣的に接続された透明な導電膜からなる第 1 の電極（陽極）1213 を含む複数の画素により形成される。

#### 【0207】

ここでは第 1 の電極 1213 が接続電極と一部重なるように形成され、第 1 の電極 1213 は TFT のドレイン領域と接続電極を介して電氣的に接続している構成となっている。第 1 の電極 1213 は透明性を有し、且つ、仕事関数の大きい導電膜（ITO（酸化インジウム酸化スズ合金）、酸化インジウム酸化亜鉛合金（ $\text{In}_2\text{O}_3\text{—ZnO}$ ）、酸化亜鉛（ $\text{ZnO}$ ）等）を用いることが望ましい。

#### 【0208】

また、第 1 の電極（陽極）1213 の両端には絶縁物（バンク、隔壁、障壁、土手などと呼ばれる）1214 が形成される。カバレッジを良好なものとするため、絶縁物 1214 の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにする。また、絶縁物 1214 を窒化アルミニウム膜、窒化酸化アルミニウム膜、炭素を主成分とする薄膜、または窒化珪素膜からなる保護膜で覆ってもよい。

#### 【0209】

また、第 1 の電極（陽極）1213 上には、蒸着マスクを用いた蒸着法、またはインクジェット法によって有機化合物を含む層 1215 を選択的に形成する。さらに、有機化合物を含む層 1215 上には第 2 の電極（陰極）1216 が形成される。陰極としては、仕事関数の小さい材料（Al、Ag、Li、Ca、またはこれらの合金 MgAg、MgIn、AlLi、 $\text{CaF}_2$ 、または CaN）を用いればよい。こうして、第 1 の電極（陽極）1213、有機化合物を含む層 1215、及び第 2 の電極（陰極）1216 からなる発光素子 1218 が形成される。発光素子 1218 は、図 13 中に示した矢印方向に発光する。ここでは発光素子 1218 は R、G、或いは B の単色発光が得られる発光素子の一つであり、R、G、B の発光が得られる有機化合物を含む層をそれぞれ選択的に形成した 3 つ

の発光素子でフルカラーとする。

#### 【0210】

また、発光素子1218を封止するために保護層1217を形成する。この保護層1217としては実施の形態2に示した保護積層とする。保護積層は、第1の無機絶縁膜と、応力緩和膜と、第2の無機絶縁膜との積層からなっている。

#### 【0211】

また、発光素子1218を封止するために不活性気体雰囲気下でシール材1205により封止基板1204を貼り合わせる。封止基板1204には予めサンドブラスト法などによって形成した凹部が形成されており、その凹部に乾燥剤1207を貼り付けている。なお、シール材1205としてはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、シール材1205はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。

#### 【0212】

また、本実施例では凹部を有する封止基板1204を構成する材料として金属基板、ガラス基板や石英基板の他、FRP (Fiberglass-Reinforced Plastics)、PVF (ポリビニルフロライド)、マイラー、ポリエステルまたはアクリル等からなるプラスチック基板を用いることができる。また、内側に乾燥剤を貼りつけた金属缶で封止することも可能である。

#### 【0213】

また、本実施例は実施の形態1乃至4、実施例1、実施例2のいずれか一と自由に組み合わせることができる。

#### 【0214】

##### 〔実施例4〕

本実施例では、一つの画素の断面構造、特に発光素子およびTF Tの接続、画素間に配置する隔壁の形状について説明する。

#### 【0215】

図14 (A) 中、40は基板、41は隔壁(土手とも呼ばれる)、42は絶縁膜、43は第1の電極(陽極)、44は有機化合物を含む層、45は第2の電極(陰極) 46はTF Tである。

**【0216】**

TFT 46において、46aはチャネル形成領域、46b、46cはソース領域またはドレイン領域、46dはゲート電極、46e、46fはソース電極またはドレイン電極である。ここではトップゲート型TFTを示しているが、特に限定されず、逆スタガ型TFTであってもよいし、順スタガ型TFTであってもよい。なお、46fは第1の電極43と一部接して重なることによりTFT 46とを接続する電極である。

**【0217】**

また、図14（A）とは一部異なる断面構造を図14（B）に示す。

**【0218】**

図14（B）においては、第1の電極と電極との重なり方が図14（A）の構造と異なっており、第1の電極をパターニングした後、電極を一部重なるように形成することでTFTと接続させている。

**【0219】**

また、図14（A）とは一部異なる断面構造を図14（C）に示す。

**【0220】**

図14（C）においては、層間絶縁膜がさらに1層設けられており、第1の電極がコンタクトホールを介してTFTの電極と接続されている。

**【0221】**

また、隔壁41の断面形状としては、図14（D）に示すようにテーパ形状としてもよい。フォトリソグラフィ法を用いてレジストを露光した後、非感光性の有機樹脂や無機絶縁膜をエッチングすることによって得られる。

**【0222】**

また、ポジ型の感光性有機樹脂を用いれば、図14（E）に示すような形状、上端部に曲面を有する形状とすることができる。

**【0223】**

また、ネガ型の感光性樹脂を用いれば、図14（F）に示すような形状、上端部および下端部に曲面を有する形状とすることができる。

**【0224】**



また、本実施例は実施の形態 1 乃至 4、実施例 1 乃至 3 のいずれかーと自由に組み合わせることができる。

#### 【0225】

##### [実施例 5]

本発明を実施して様々なモジュール（アクティブマトリクス型液晶モジュール、アクティブマトリクス型 EL モジュール、アクティブマトリクス型 EC モジュール）を完成させることができる。即ち、本発明を実施することによって、それらを組み込んだ全ての電子機器が完成される。

#### 【0226】

その様な電子機器としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ヘッドマウントディスプレイ（ゴーグル型ディスプレイ）、カーナビゲーション、プロジェクタ、カーステレオ、パーソナルコンピュータ、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話または電子書籍等）などが挙げられる。それらの一例を図 15、図 16 に示す。

#### 【0227】

図 15（A）はパーソナルコンピュータであり、本体 2001、画像入力部 2002、表示部 2003、キーボード 2004 等を含む。

#### 【0228】

図 15（B）はビデオカメラであり、本体 2101、表示部 2102、音声入力部 2103、操作スイッチ 2104、バッテリー 2105、受像部 2106 等を含む。

#### 【0229】

図 15（C）はゲーム機器であり、本体 2201、表示部 2205 等を含む。

#### 【0230】

図 15（D）はプログラムを記録した記録媒体（以下、記録媒体と呼ぶ）を用いるプレーヤーであり、本体 2401、表示部 2402、スピーカ部 2403、記録媒体 2404、操作スイッチ 2405 等を含む。なお、このプレーヤーは記録媒体として DVD（Digital Versatile Disc）、CD 等を用い、音楽鑑賞や映画鑑賞やゲームやインターネットを行うことができる。

**【0231】**

図15 (E) はデジタルカメラであり、本体2501、表示部2502、接眼部2503、操作スイッチ2504、受像部（図示しない）等を含む。

**【0232】**

図16 (A) は携帯電話であり、本体2901、音声出力部2902、音声入力部2903、表示部2904、操作スイッチ2905、アンテナ2906、画像入力部（CCD、イメージセンサ等）2907等を含む。

**【0233】**

図16 (B) は携帯書籍（電子書籍）であり、本体3001、表示部3002、3003、記憶媒体3004、操作スイッチ3005、アンテナ3006等を含む。

**【0234】**

図16 (C) はディスプレイであり、本体3101、支持台3102、表示部3103等を含む。

**【0235】**

ちなみに図16 (C) に示すディスプレイは中小型または大型のもの、例えば5～20インチの画面サイズのものである。また、このようなサイズの表示部を形成するためには、基板の一辺が1mのものを用い、多面取りを行って量産することが好ましい。

**【0236】**

以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器の作製方法に適用することが可能である。また、本実施例の電子機器は実施の形態1乃至4、実施例1乃至4のどのような組み合わせからなる構成を用いても実現することができる。

**【0237】****〔実施例6〕**

実施例5において示した電子機器には、発光素子が封止された状態にあるパネルに、コントローラ、電源回路等を含むICが実装された状態にあるモジュールが搭載されている。モジュールとパネルは、共に発光装置の一形態に相当する。本

実施例では、モジュールの具体的な構成について説明する。

#### 【0238】

図17 (A) に、コントローラ1801及び電源回路1802がパネル1800に実装されたモジュールの外観図を示す。パネル1800には、発光素子が各画素に設けられた画素部1803と、前記画素部1803が有する画素を選択する走査線駆動回路1804と、選択された画素にビデオ信号を供給する信号線駆動回路1805とが設けられている。

#### 【0239】

またプリント基板1806にはコントローラ1801、電源回路1802が設けられており、コントローラ1801または電源回路1802から出力された各種信号及び電源電圧は、FPC1807を介してパネル1800の画素部1803、走査線駆動回路1804、信号線駆動回路1805に供給される。

#### 【0240】

プリント基板1806への電源電圧及び各種信号は、複数の入力端子が配置されたインターフェース (I/F) 部1808を介して供給される。

#### 【0241】

なお、本実施例ではパネル1800にプリント基板1806がFPCを用いて実装されているが、必ずしもこの構成に限定されない。COG (Chip on Glass) 方式を用い、コントローラ1801、電源回路1802をパネル1800に直接実装させるようにしても良い。

#### 【0242】

また、プリント基板1806において、引きまわしの配線間に形成される容量や配線自体が有する抵抗等によって、電源電圧や信号にノイズがのったり、信号の立ち上がりが鈍ったりすることがある。そこで、プリント基板1806にコンデンサ、バッファ等の各種素子を設けて、電源電圧や信号にノイズがのったり、信号の立ち上がりが鈍ったりするのを防ぐようにしても良い。

#### 【0243】

図17 (B) に、プリント基板1806の構成をブロック図で示す。インターフェース1808に供給された各種信号と電源電圧は、コントローラ1801と

、電源電圧1802に供給される。

#### 【0244】

コントローラ1801は、A/Dコンバータ1809と、位相ロックドロープ(PLL:Phase Locked Loop)1810と、制御信号生成部1811と、SRAM(Static Random Access Memory)1812、1813とを有している。なお本実施例ではSRAMを用いているが、SRAMの代わりに、SDRAMや、高速でデータの書き込みや読み出しが可能であるならばDRAM(Dynamic Random Access Memory)も用いることが可能である。

#### 【0245】

インターフェース1808を介して供給されたビデオ信号は、A/Dコンバータ1809においてパラレル-シリアル変換され、R、G、Bの各色に対応するビデオ信号として制御信号生成部1811に入力される。また、インターフェース1808を介して供給された各種信号をもとに、A/Dコンバータ1809においてHsync信号、Vsync信号、クロック信号CLK、交流電圧(AC Cont)が生成され、制御信号生成部1811に入力される。

#### 【0246】

位相ロックドロープ1810では、インターフェース1808を介して供給される各種信号の周波数と、制御信号生成部1811の動作周波数の位相とを合わせる機能を有している。制御信号生成部1811の動作周波数は、インターフェース1808を介して供給された各種信号の周波数と必ずしも同じではないが、互いに同期するように制御信号生成部1811の動作周波数を位相ロックドロープ1810において調整する。

#### 【0247】

制御信号生成部1811に入力されたビデオ信号は、一旦SRAM1812、1813に書き込まれ、保持される。制御信号生成部1811では、SRAM1812に保持されている全ビットのビデオ信号のうち、全画素に対応するビデオ信号を1ビット分ずつ読み出し、パネル1800の信号線駆動回路1805に供給する。

#### 【0248】

また制御信号生成部 1811 では、各ビット毎の、発光素子が発光する期間に関する情報を、パネル 1800 の走査線駆動回路 1804 に供給する。

#### 【0249】

また電源回路 1802 は所定の電源電圧を、パネル 1800 の信号線駆動回路 1805、走査線駆動回路 1804 及び画素部 1803 に供給する。

#### 【0250】

次に電源回路 1802 の詳しい構成について、図 18 を用いて説明する。本実施例の電源回路 1802 は、4 つのスイッチングレギュレータコントロール 1860 を用いたスイッチングレギュレータ 1854 と、シリーズレギュレータ 1855 とからなる。

#### 【0251】

一般的にスイッチングレギュレータは、シリーズレギュレータに比べて小型、軽量であり、降圧だけでなく昇圧や正負反転することも可能である。一方シリーズレギュレータは、降圧のみに用いられるが、スイッチングレギュレータに比べて出力電圧の精度は良く、リップルやノイズはほとんど発生しない。本実施例の電源回路 1802 では、両者を組み合わせて用いる。

#### 【0252】

図 18 に示すスイッチングレギュレータ 1854 は、スイッチングレギュレータコントロール (SWR) 1860 と、アテニュエーター (減衰器: ATT) 1861 と、トランス (T) 1862 と、インダクター (L) 1863 と、基準電源 (Vref) 1864 と、発振回路 (OSC) 1865、ダイオード 1866 と、バイポーラトランジスタ 1867 と、可変抵抗 1868 と、容量 1869 とを有している。

#### 【0253】

スイッチングレギュレータ 1854 において外部の Li イオン電池 (3.6 V) 等の電圧が変換されることで、陰極に与えられる電源電圧と、スイッチングレギュレータ 1854 に供給される電源電圧が生成される。

#### 【0254】

またシリーズレギュレータ 1855 は、バンドギャップ回路 (BG) 1870

と、アンプ1871と、オペアンプ1872と、電流源1873と、可変抵抗1874と、バイポーラトランジスタ1875とを有し、スイッチングレギュレータ1854において生成された電源電圧が供給されている。

#### 【0255】

シリーズレギュレータ1855では、スイッチングレギュレータ1854において生成された電源電圧を用い、バンドギャップ回路1870において生成された一定の電圧に基づいて、各色の発光素子の陽極に電流を供給するための配線（電流供給線）に与える直流の電源電圧を、生成する。

#### 【0256】

なお電流源1873は、ビデオ信号の電流が画素に書き込まれる駆動方式の場合に用いる。この場合、電流源1873において生成された電流は、パネル1800の信号線駆動回路1805に供給される。なお、ビデオ信号の電圧が画素に書き込まれる駆動方式の場合には、電流源1873は必ずしも設ける必要はない。

#### 【0257】

なお、スイッチングレギュレータ、OSC、アンプ、オペアンプは、TFTを用いて形成することが可能である。

#### 【0258】

また、本実施例は実施の形態1乃至4、実施例1乃至5のいずれか一と自由に組みあわせることができる。

#### 【0259】

##### 【発明の効果】

本発明により、基板を回転させる必要がないため、大面積基板に対応可能な蒸着装置を提供することができる。また、大面積基板を用いても均一な膜厚を得ることのできる蒸着装置を提供することができる。

#### 【0260】

また、本発明により、基板と蒸着源ホルダとの距離を短くでき、蒸着装置の小型化を達成することができる。そして、蒸着装置が小型となるため、昇華した蒸着材料が成膜室内の内壁、または防着シールドへ付着することが低減され、蒸着

材料を有効利用することができる。

【0261】

また、本発明は、蒸着処理を行う複数の成膜室が連続して配置された製造装置を提供できる。このように、複数の成膜室において並列処理を行うと、発光装置のスループットが向上される。

【0262】

さらに本発明は、蒸着材料が封入された容器や膜厚モニタなどを、大気に曝すことなく蒸着装置に連結した設置室から搬送することを可能とする製造システムを提供することができる。このような本発明により、蒸着材料の取り扱いが容易になり、蒸着材料への不純物混入を避けることができる。このような製造システムにより、材料メーカーで封入された容器を大気にふれることなく蒸着装置に設置できることが可能になるため、蒸着材料が酸素や水の付着を防止でき、今後のさらなる発光素子の超高純度化への対応が可能となる。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】 本発明の蒸着装置の上面模式図である。(実施の形態1)
- 【図2】 基板付近を拡大した断面模式図である。(実施の形態1)
- 【図3】 基板保持手段の構成を示す図である。(実施の形態2)
- 【図4】 本発明の蒸着装置の上面および断面模式図である。(実施の形態3)
- 【図5】 蒸着ホルダの移動方向を示す図である。(実施の形態4)
- 【図6】 蒸着マスクを示す図である。(実施の形態1)
- 【図7】 蒸着マスクを示す図である。(実施の形態1)
- 【図8】 搬送する容器の形態を示す図である。
- 【図9】 蒸着源ホルダを示す図である。
- 【図10】 製造装置を示す図である。(実施例1)
- 【図11】 素子構造を説明する図である。(実施例2)
- 【図12】 発光装置を示す図である。(実施例3)
- 【図13】 発光装置を示す図である。(実施例3)
- 【図14】 TFTと第1の電極との接続、隔壁形状を説明する図である。(実

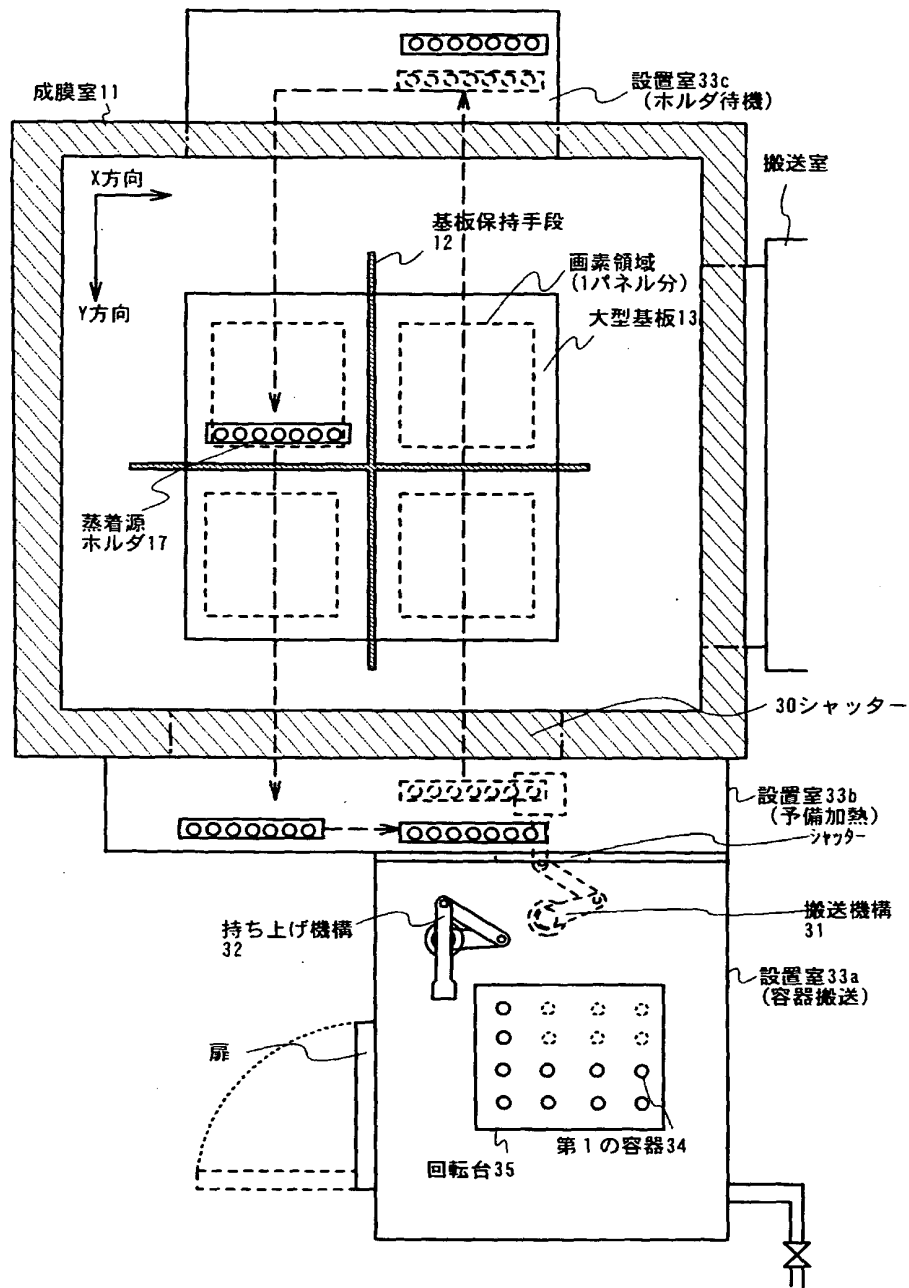
施例 4 )

- 【図 1 5】 電子機器の一例を示す図。(実施例 5)
- 【図 1 6】 電子機器の一例を示す図。(実施例 5)
- 【図 1 7】 モジュールを示す図である。(実施例 6)
- 【図 1 8】 ブロック図を示す図である。(実施例 6)

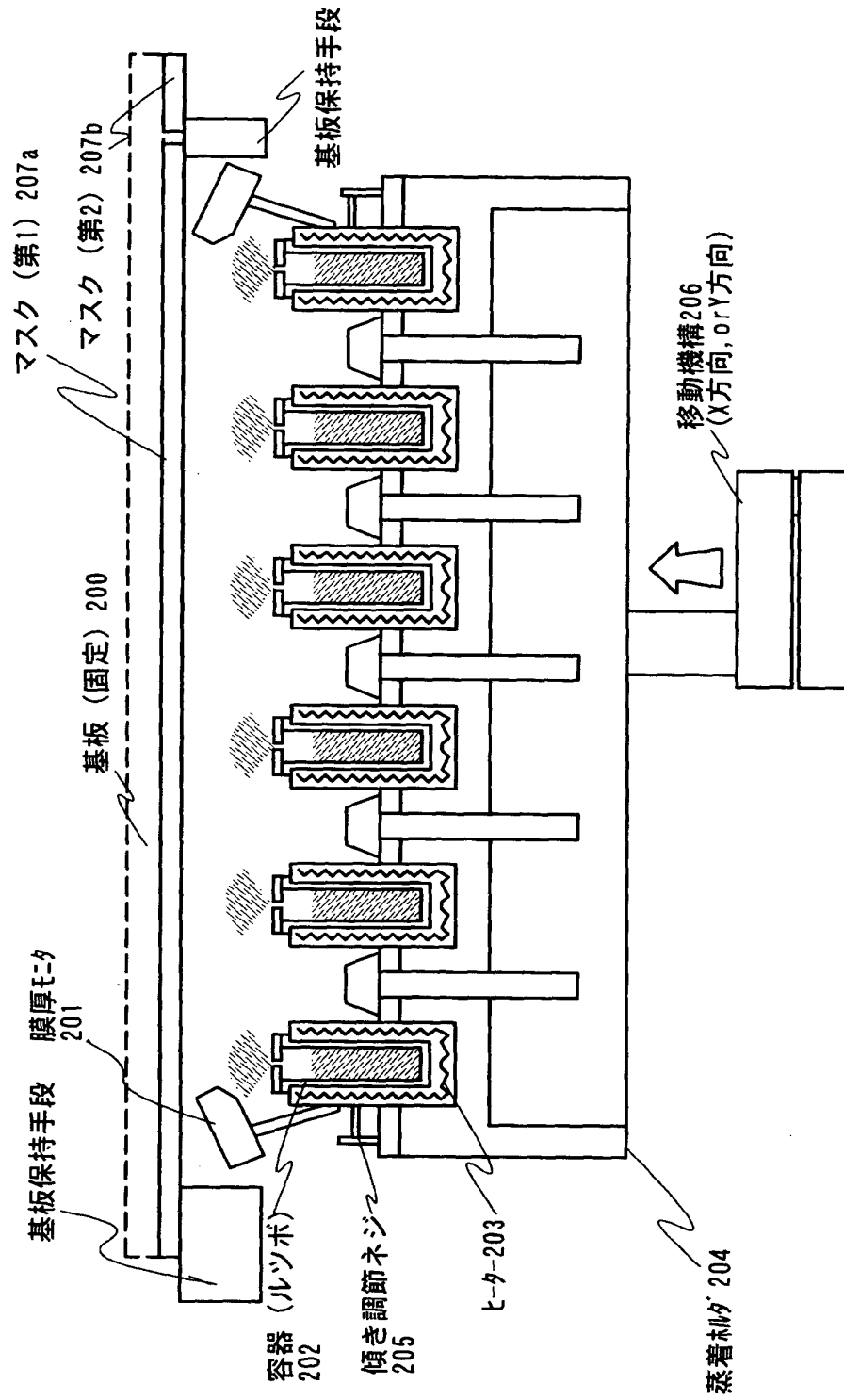


【書類名】 図面

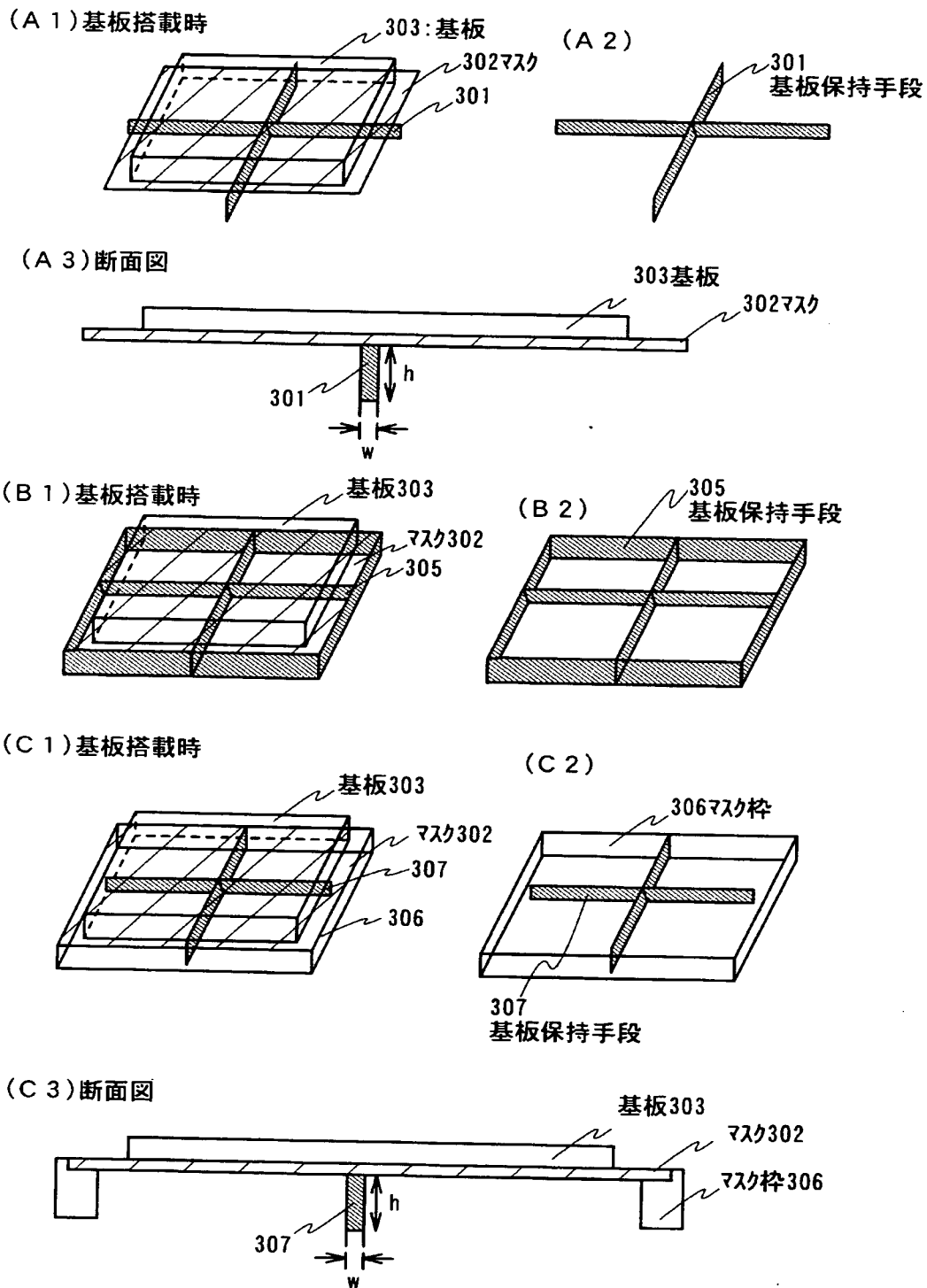
【図 1】



【図2】

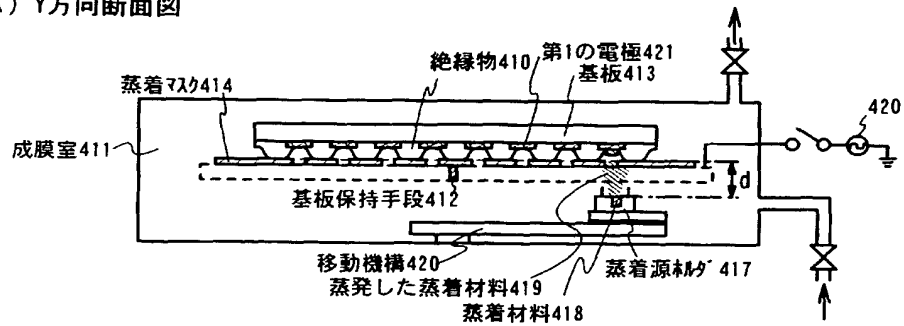


【図 3】

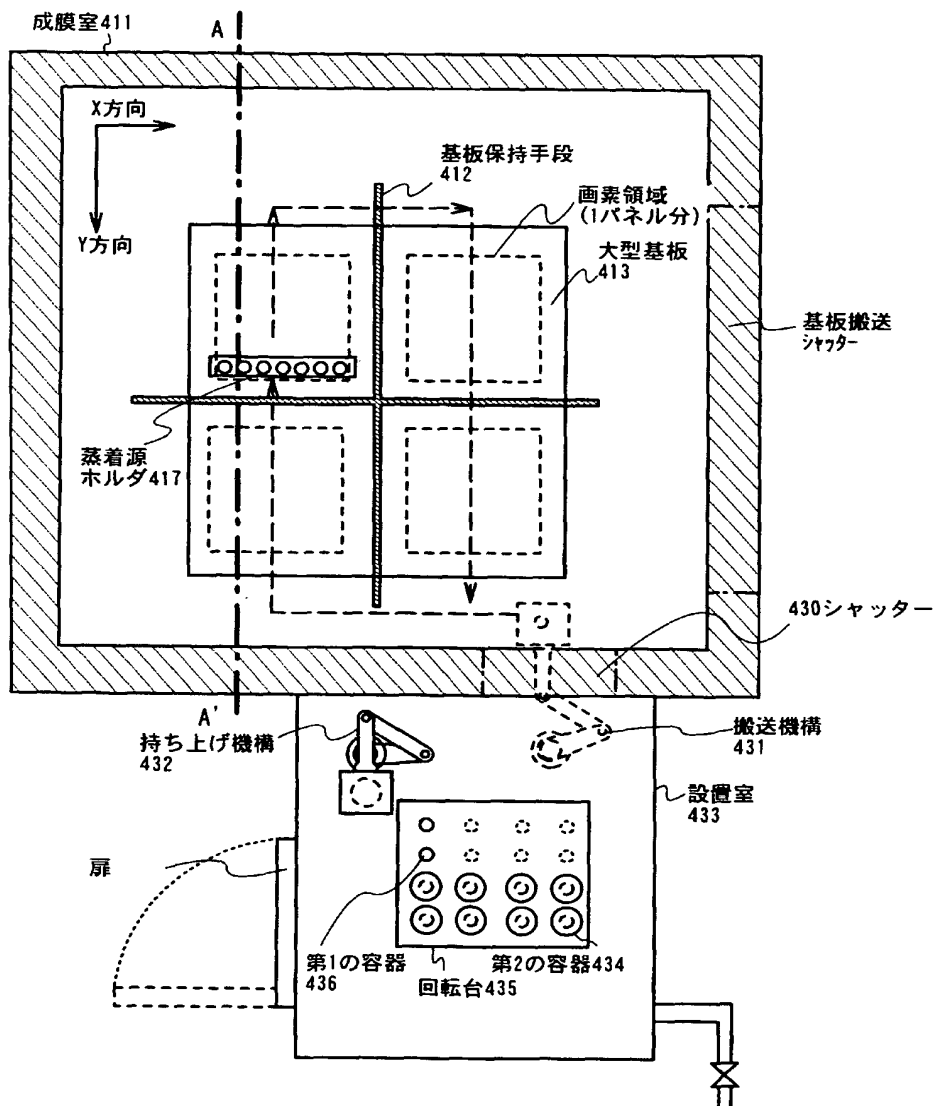


【図4】

(A) Y方向断面図

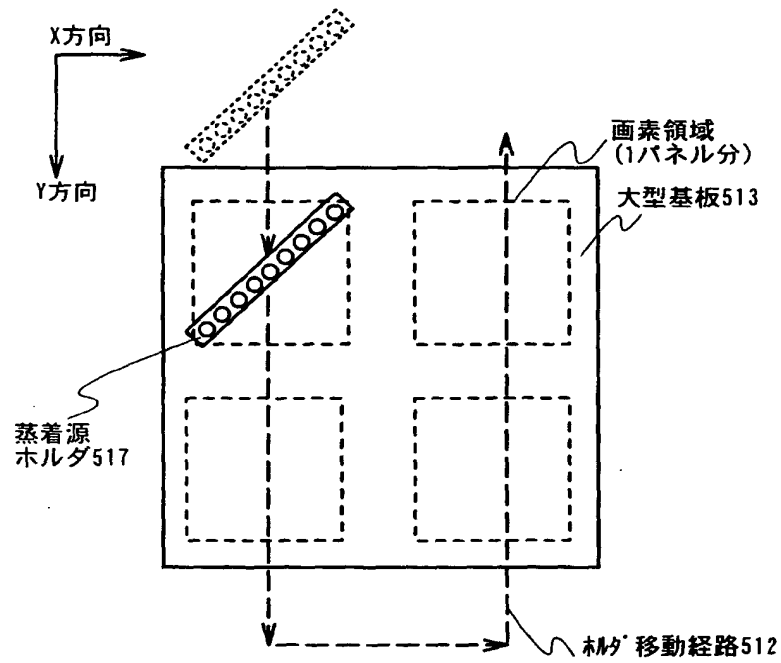


(B) 上面図

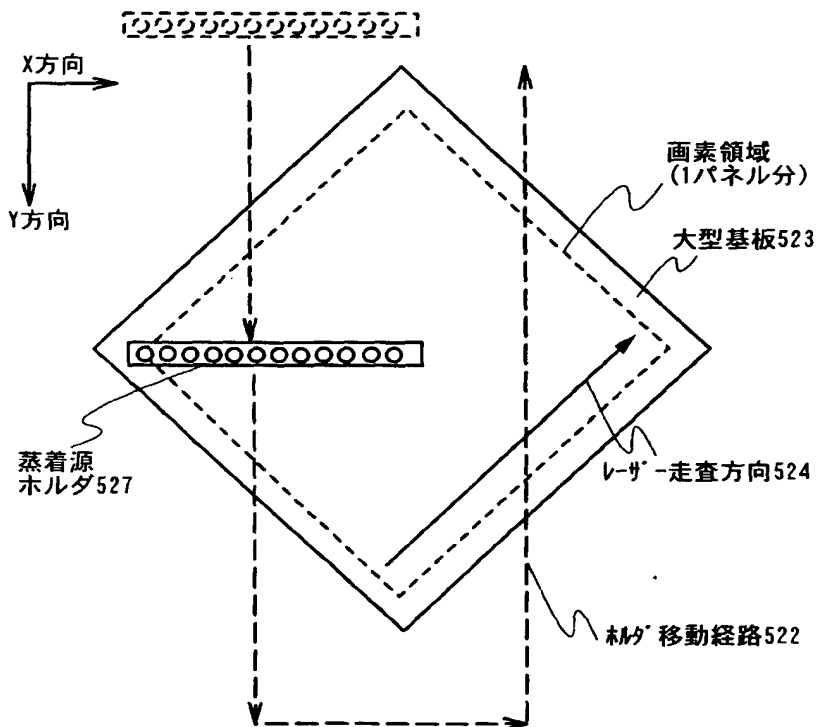


【図 5】

(A)

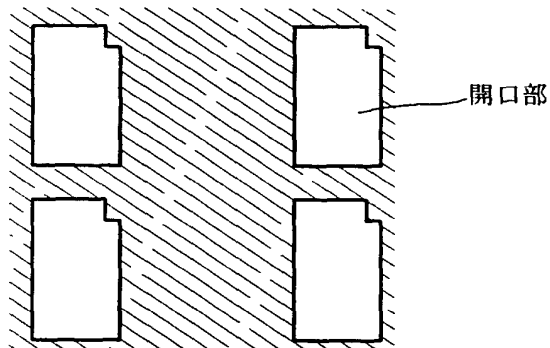


(B)

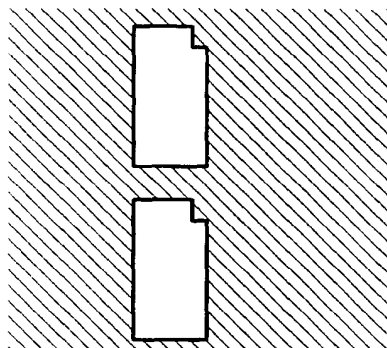


【図 6】

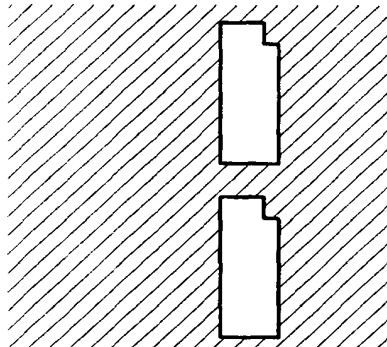
(A) R用の蒸着マスクの一部



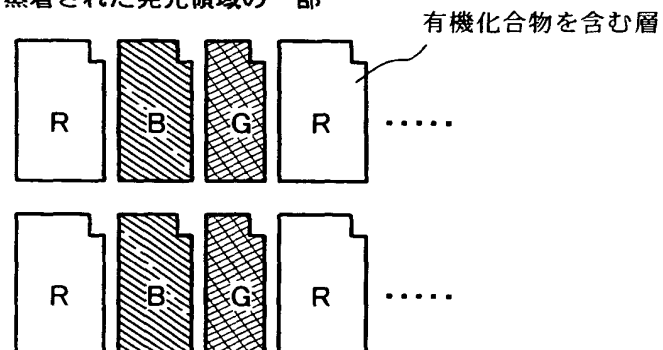
(B) B用の蒸着マスクの一部



(C) G用の蒸着マスクの一部

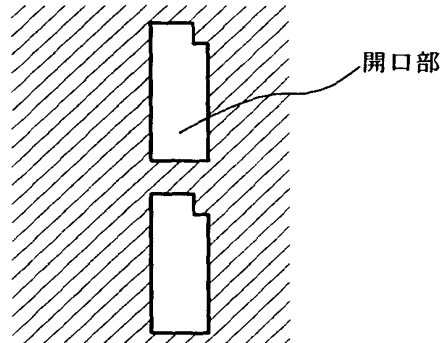


(D) 蒸着された発光領域の一部

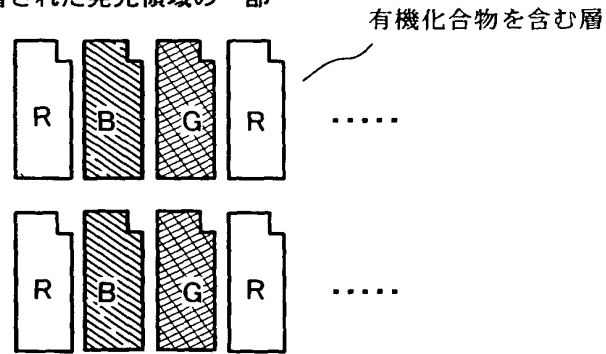


【図 7】

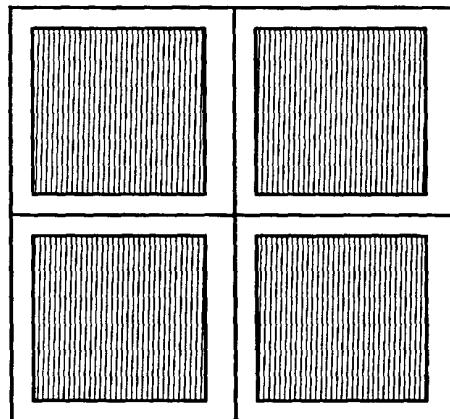
(A) 蒸着マスク (R, G, B) の一部



(B) 蒸着された発光領域の一部

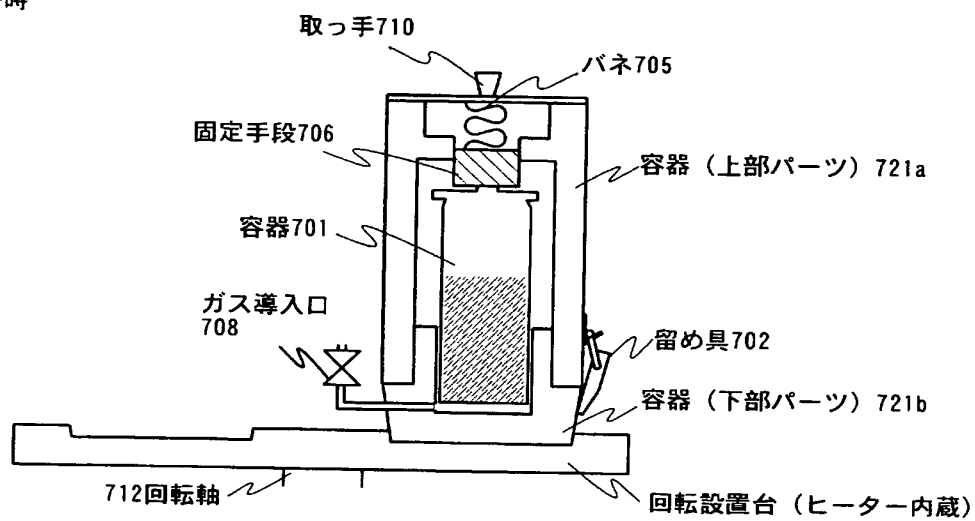


(C) 4 枚のマスクを組み合わせて 1 枚のマスクにした例

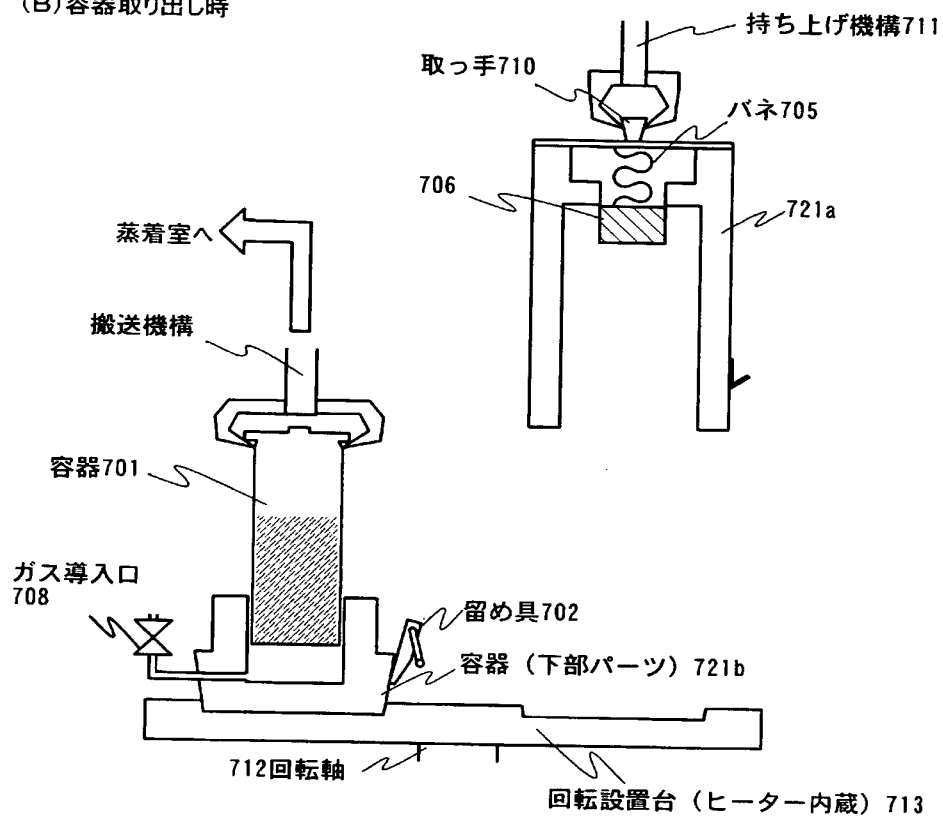


【図 8】

(A) セット時

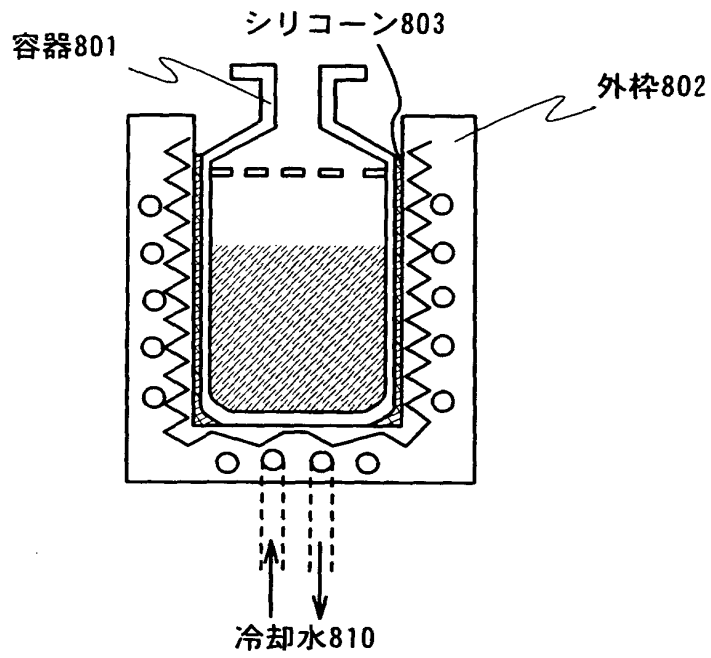


(B) 容器取り出し時

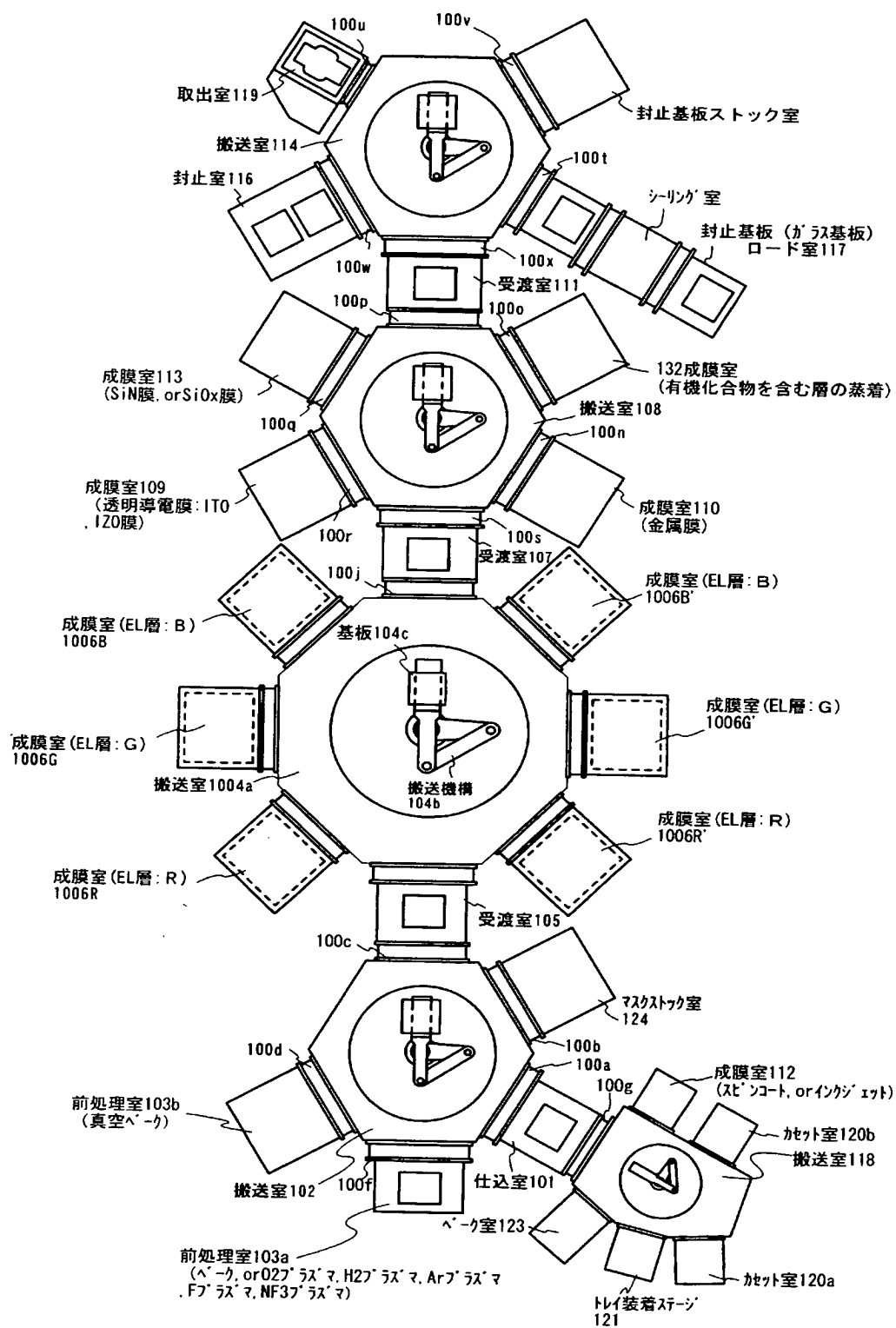




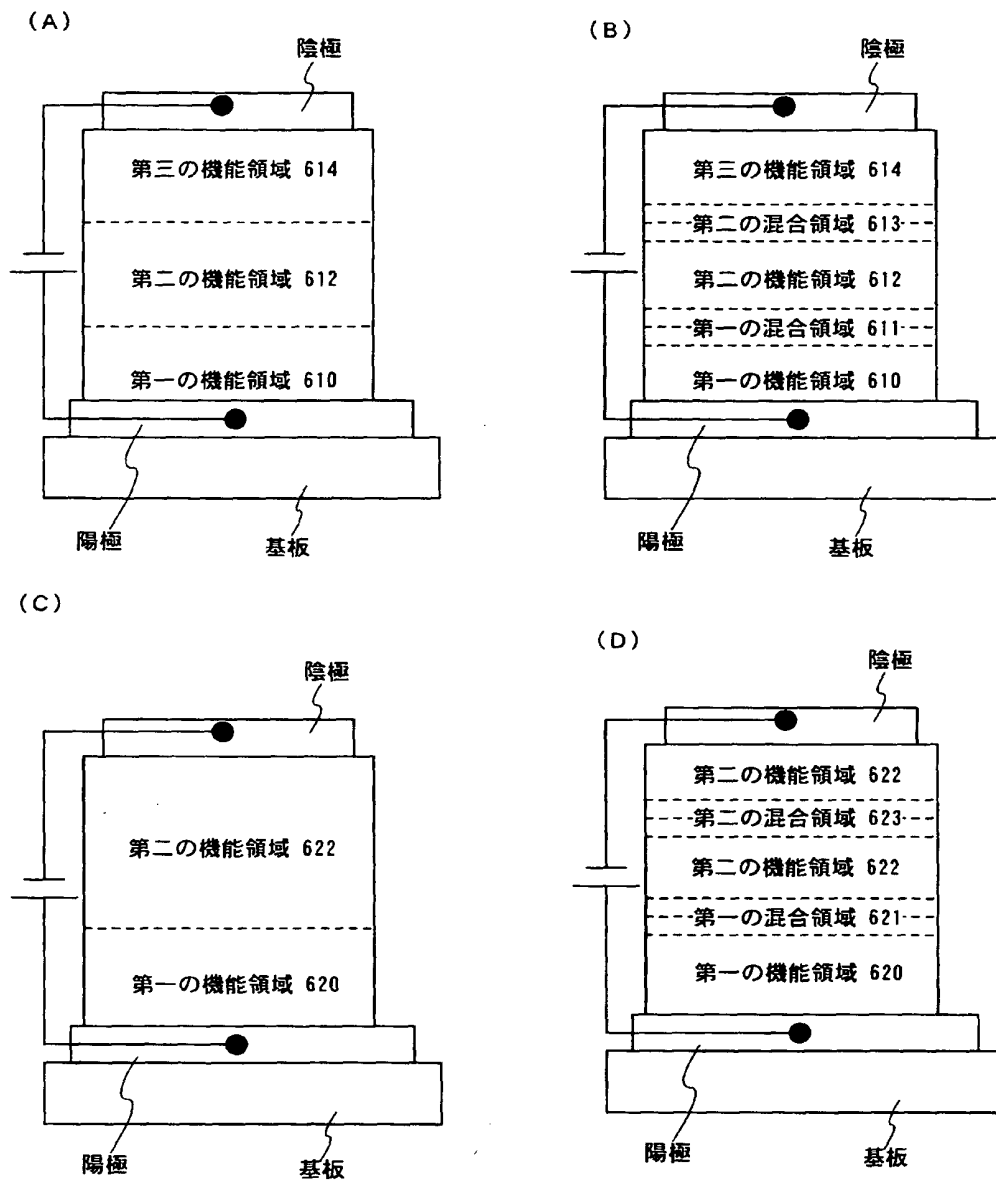
【図 9】



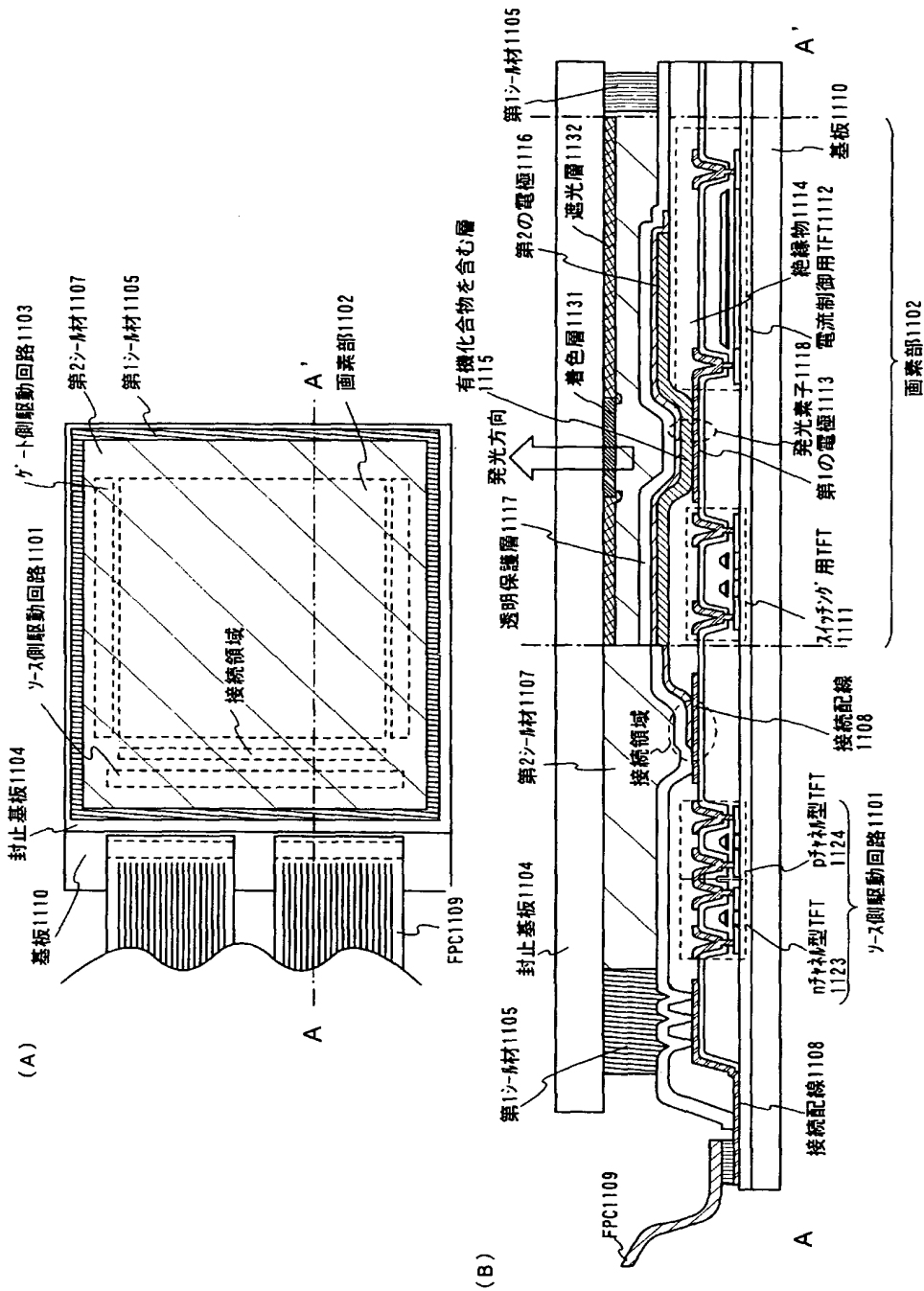
【図 10】



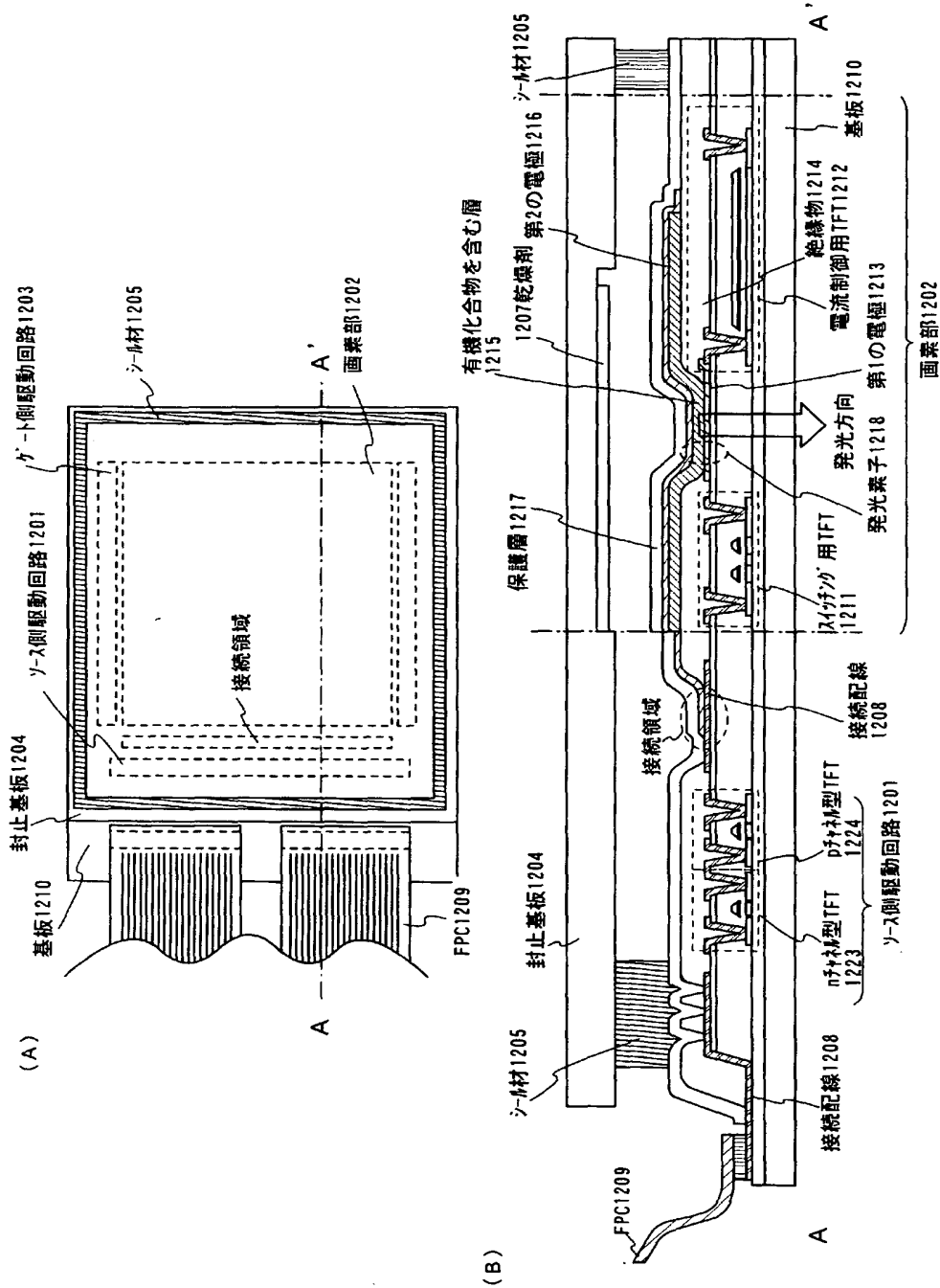
【図 11】



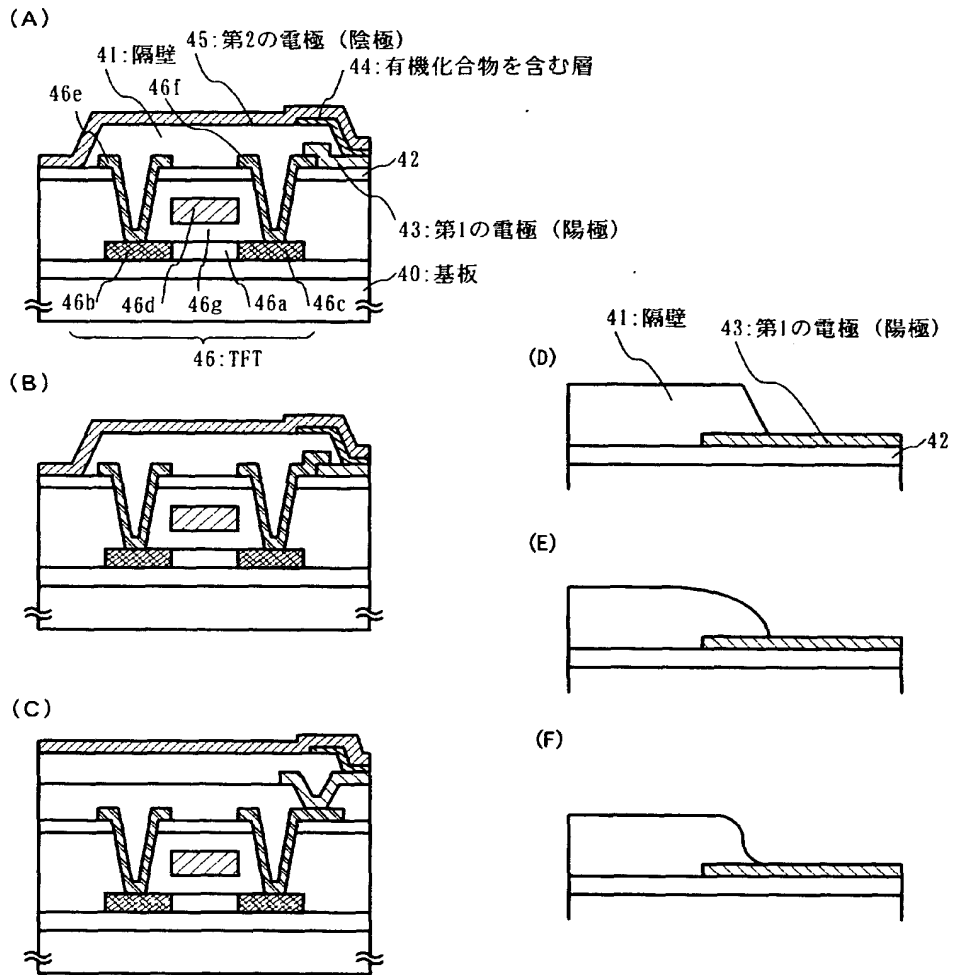
【図12】



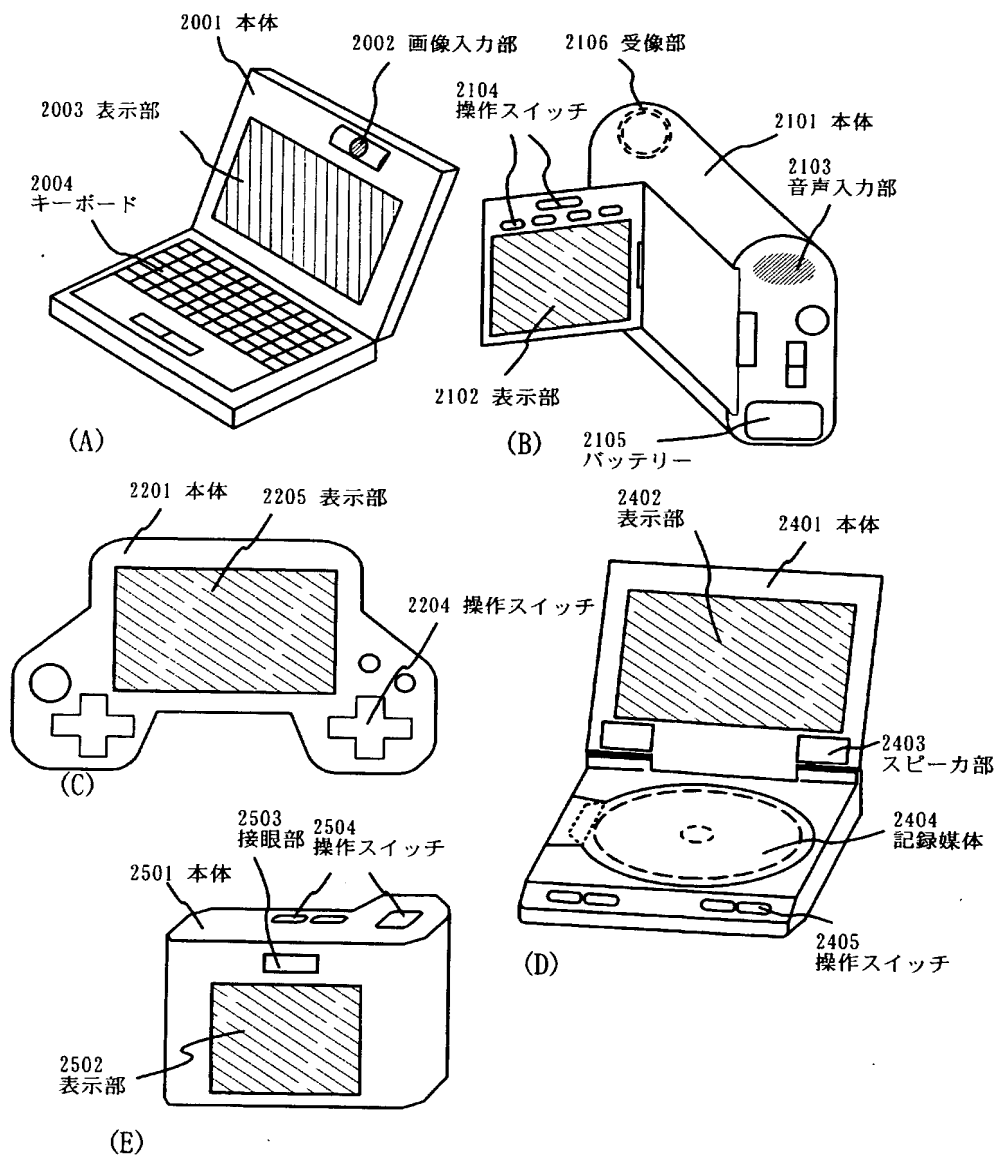
【図 13】



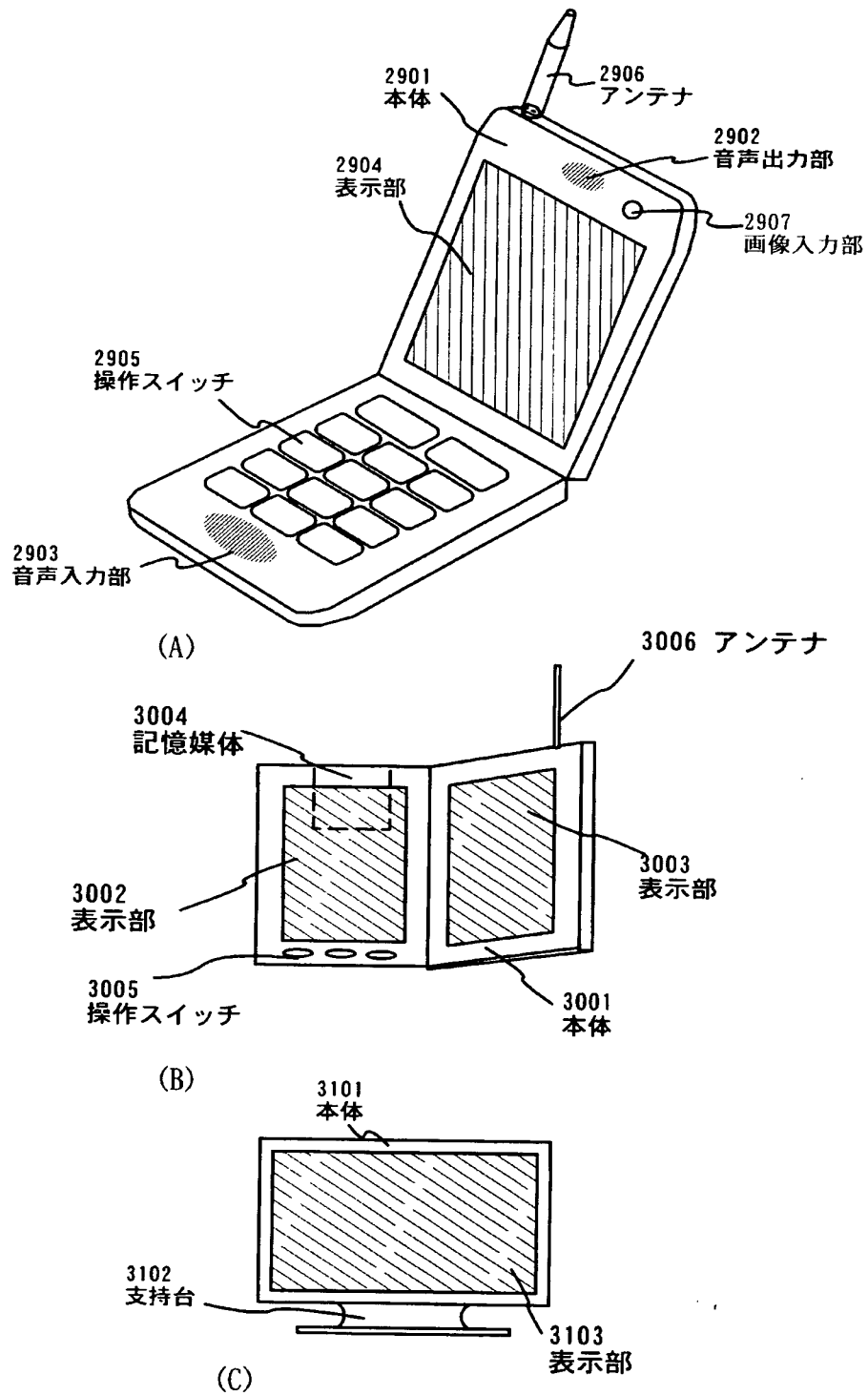
【図 14】



【図 15】

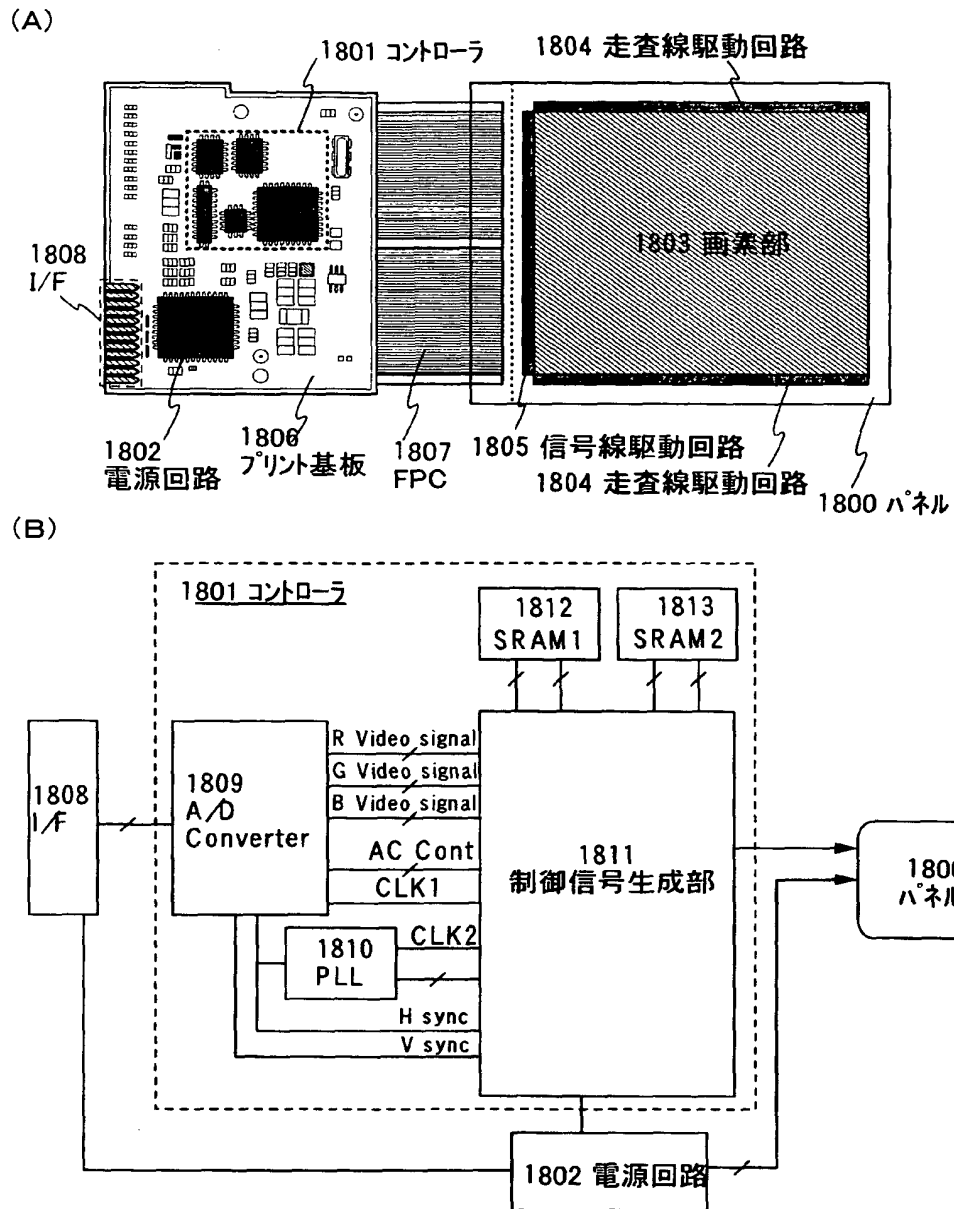


【図 16】

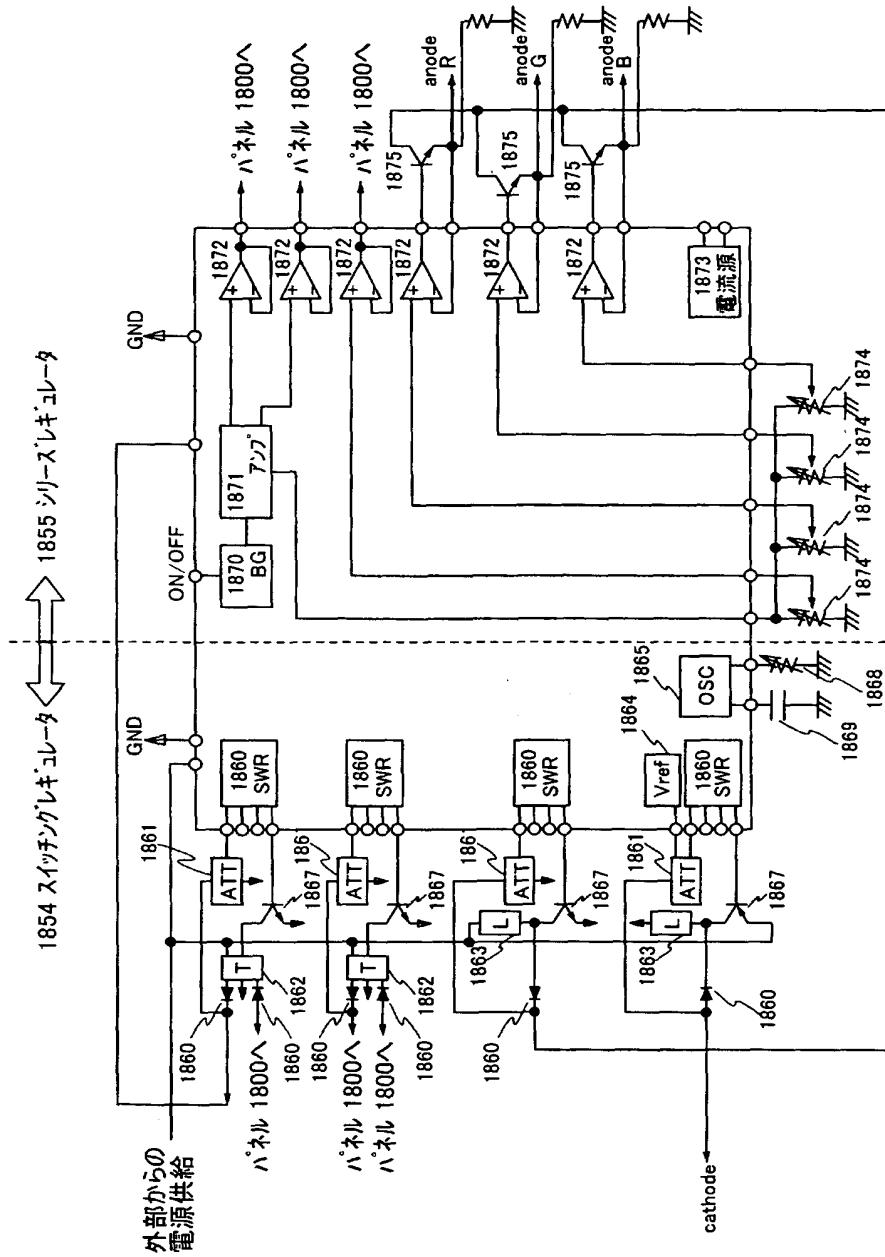




【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、EL材料の利用効率を高め、且つ、EL層成膜の均一性やスループットの優れた成膜装置の一つである蒸着装置及び蒸着方法を提供するものである。

【解決手段】

本発明は、蒸着室内において、蒸着材料が封入された容器を複数個設置した細長い矩形形状の蒸着源ホルダ17に設け、基板13に対してあるピッチで移動しながら蒸着を行うことを特徴とする。また、基板の一辺に対して矩形形状の蒸着ホルダの長手方向を斜めにしたまま移動させてもよい。また、TFT作製時におけるレーザー光の走査方向に対して、蒸着時における蒸着ホルダの移動方向を異ならせることが好ましい。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 2 7 6 2 1 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 1 5 3 8 7 8 ]

1. 変更年月日  
[変更理由]

1 9 9 0 年 8 月 1 7 日

新規登録

住 所  
氏 名

神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地  
株式会社半導体エネルギー研究所